

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



T E S I S

**“EFECTO DE CONSERVANTES Y TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN EL
TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PULPA DE PIÑA (*Anana comosus L.*) ENVASADA AL VACIO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADA POR LA BACHILLER:
DIANA ELIZABETH LLANOS TERÁN

ASESOR:
Ing. M.Sc. FANNY LUCILA RIMARACHÍN CHÁVEZ

CAJAMARCA- PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintidós días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 171-2022-FCA-UNC, de fecha 14 de junio del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFECTO DE CONSERVANTES Y TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PULPA DE PIÑA (*Ananas comosus*) ENVASADA AL VACÍO", realizada por la Bachiller **DIANA ELIZABETH LLANOS TERÁN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las nueve horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las nueve horas y cincuenta y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Jimmy Frank Oblitas Cruz
PRESIDENTE

Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos
SECRETARIO

Dr. José Gerardo Salhuana Granados
VOCAL

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez
ASESORA

DEDICATORIA

Con mi más sincero amor dedico esta tesis:

A Dios por mantenerme fuerte a pesar de las adversidades,

A mi amado padre Basiano, que con su amor, paciencia y esfuerzo me permitió llegar a cumplir hoy un sueño más,

En memoria de mi ángel que es mi madre María Teresa, quien desde el cielo me ilumina para seguir adelante con todos mis proyectos,

A mis hermanos Alex y Luis por su cariño y apoyo incondicional. Por ser más que hermanos, grandes amigos y guías.

A Dorely, Mathias y Rafael; siempre me acompañan en todo momento y son un motivo de inspiración para seguir superándome.

A Jair que me ha brindado su amor y estuvo a mi lado en los momentos y situaciones más difíciles, siempre con una sonrisa y palabras esperanzadoras.

A Rocío y Andrés por el cariño brindado y su apoyo total en los momentos más importantes de mi vida, así como en el día a día.

A mis amigos por su preocupación constante.

Diana Elizabeth.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

Un extenso agradecimiento a mis padres. Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Y sobre todo a ti padre que debido al gran vacío que dejó el fallecimiento de mi madre, tus esfuerzos se multiplicaron, tu amor y tu paciencia, tu apoyo constante durante este proceso fueron fundamentales. Sin ti no habría podido lograr muchos de mis sueños. Mi eterno agradecimiento a ti papá Basiano Llanos Murga.

Gracias a mi familia y a mi novio sus palabras de aliento y buenos deseos me han acompañado durante el desarrollo de mi tesis. Gracias por todo su apoyo.

Gracias a Andrés y Rocío por su preocupación, ayuda y empuje constante para que culmine la tesis.

Mi más sincero agradecimiento a mi asesora de tesis: Ing. Fanny Rimarachín Chávez, por su paciencia y apoyo en la realización del presente trabajo, por ser un ejemplo de profesional a seguir y mejor persona.

A mis profesores y maestros de la escuela académico profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Sus enseñanzas fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya los llevaré conmigo en mi transitar profesional. Gracias por su paciencia, por su dedicación, perseverancia y tolerancia.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
<i>1.3.1 Objetivo General</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i>	<i>4</i>
CAPITULO II.....	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1 <i>Piña.....</i>	<i>8</i>
2.2.2 <i>Producción de la piña en el Perú.....</i>	<i>13</i>
2.2.3 <i>Pulpa de frutas.....</i>	<i>14</i>
2.2.4 <i>Pulpa de piña (Ananas Comosus L.)</i>	<i>14</i>
2.2.5 <i>Envasado al vacío.....</i>	<i>16</i>
2.2.6 <i>Aditivos alimentarios.....</i>	<i>18</i>
2.2.7 <i>Vida útil de los alimentos</i>	<i>21</i>

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
CAPITULO III	31
3. MARCO METODOLÓGICO	31
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	31
3.2 MATERIA PRIMA Y ADITIVOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.31
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO	31
<i>a. Materiales y equipos para el procesamiento</i>	31
<i>b. Materiales y equipos para el análisis fisicoquímico</i>	32
<i>c. Otros materiales</i>	33
3.4 MÉTODOS	33
3.4.1 Trabajo de Campo	33
3.4.2 Descripción del proceso	34
3.4.3 Métodos de Análisis.....	41
3.5 Diseño Experimental	45
3.3.4 Método empleado para la determinación de la vida útil.....	47
3.3.5 Análisis estadístico	48
3.3.6Definición operacional de Variables.....	48
CAPITULO IV.....	50
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	50
CAPITULO V	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
CAPITULO VI.....	74
ANEXOS	78

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PIÑA POR 100 G DE PORCIÓN COMESTIBLE.	11
TABLA N° 2. PRINCIPALES ÁCIDOS Y AZÚCARES PRESENTES EN LA PIÑA. 12	
TABLA N° 3. REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS PIÑAS (MILAGREÑA, CRIOLLA, HAWAIANA, MD-2 Y CHAMPACA) MADURA	16
TABLA N° 4. PESOS DE LA MATERIA PRIMA (RECEPCIÓN):	38
TABLA N° 5. PESO DE LA PIÑA SIN MERMA (PELADO):	38
TABLA N° 6. PESO DE LA PULPA DE PIÑA (LICUADO):	39
TABLA N° 7. PESO DE LA PULPA DESPUÉS DEL TAMIZADO:	39
TABLA N° 8. PESO DE LAS MUESTRAS (ENVASADO):	39
TABLA N° 9. RENDIMIENTO DE LA PIÑA PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA DE PIÑA.	40
TABLA N° 10. CONCENTRACIÓN DE CONSERVANTES PARA CADA TRATAMIENTO	40
TABLA N° 11. DENOMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS	46
TABLA N° 12. DISEÑO EXPERIMENTAL	46
TABLA N° 13. TOTAL, MUESTRAS DE PULPA DE PIÑA ENVASADAS AL VACÍO.	47
TABLA N° 14. °BRIX, PH Y % DE ÁCIDO CÍTRICO INICIAL DE LAS MUESTRAS DE PULPA DE PIÑA UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO	50
TABLA N° 15. DATOS PROMEDIO DEL PARÁMETRO FISCOQUÍMICO °BRIX, OBTENIDOS DURANTE UN MES DE EXPERIMENTACIÓN.	53
TABLA N° 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PARÁMETRO FISCOQUÍMICO - °BRIX	53

TABLA N° 17. DATOS DEL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO %ÁCIDO CÍTRICO, OBTENIDOS DURANTE UN MES DE EXPERIMENTACIÓN	55
TABLA N° 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO %ACIDEZ (ÁCIDO CÍTRICO)	56
TABLA N° 19. PROMEDIOS DE LOS DATOS DEL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO PH, OBTENIDOS DURANTE UN MES DE EXPERIMENTACIÓN.	57
TABLA N° 20. ANÁLISIS DE VARIANZA EL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO PH..	58
TABLA N° 21. FUNCIONES LINEALES DE LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO CON CADA UNO DE SUS TRATAMIENTOS.....	64
TABLA N° 22. VIDA ÚTIL PARA LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO CON CADA TRATAMIENTO	65
TABLA N° 23. VALORES DE LOS LOGARITMOS NATURALES DE LA CONSTANTE APARENTE DE REACCIÓN PARA CADA TRATAMIENTO DE LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO.....	68
TABLA N° 24. ENERGÍA DE ACTIVACIÓN (E_a) DE LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO ALMACENADA A DOS DIFERENTES TEMPERATURAS (4°C Y 15°C).....	71

INDICE DE FIGURAS

FIGURA1	REPRESENTA EL TIEMPO DE DETERIORO O LA DESTRUCCIÓN DE MICROORGANISMOS.....	23
FIGURA2	INTEGRACIÓN DE CARGA MICROBIANA, TEMPERATURA Y TIEMPO. CURVA DE TEMPERATURA DE DESTRUCCIÓN.	24
FIGURA3	DESARROLLO DEL COLOR DE LA PIEL DURANTE LA MADURACIÓN DEL FRUTO DE PIÑA.....	34
FIGURA4	FLUJOGRAMA DE PROCESOS DE LA ELABORACIÓN DE PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO	37
FIGURA5	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA SORBATO DE POTASIO AL 0.025%	59
FIGURA6	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA SORBATO DE POTASIO AL 0.05%	60
FIGURA7	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA BENZOATO DE SODIO AL 0.025%	60
FIGURA8	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA BENZOATO DE SODIO AL 0.05%	61
FIGURA9	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA MUESTRA SIN CONSERVANTE	61
FIGURA10	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA SORBATO DE POTASIO AL 0.025%	62
FIGURA11	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA SORBATO DE POTASIO AL 0.05%	62
FIGURA12	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA BENZOATO DE SODIO AL 0.025%	63
FIGURA13	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA BENZOATO DE SODIO AL 0.05%	63

FIGURA14	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) VS SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) PARA MUESTRA SIN CONSERVANTE	64
FIGURA15	EFECTO DE LOS CONSERVANTES EN LA VIDA ÚTIL DE LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO.....	66
FIGURA16	EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VIDA ÚTIL DE LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO.....	67
	S.C = SIN CONSERVANTE, S. P= SORBATO DE POTASIO, B. S= BENZOATO DE SODIO	67
FIGURA17	1/TEMPERATURA (K) VS LN K PARA SORBATO DE POTASIO AL 0.025%	69
FIGURA18	1/TEMPERATURA (K) VS LN K PARA SORBATO DE POTASIO AL 0.05%	69
FIGURA19	1/TEMPERATURA (K) VS LN K PARA BENZOATO DE SODIO AL 0.025%	70
FIGURA20	1/TEMPERATURA (K) VS LN K PARA BENZOATO DE SODIO AL 0.05%	70
FIGURA21	1/TEMPERATURA (K) VS LN K PARA LA MUESTRA SIN CONSERVANTE	71

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA.....	78
ANEXO 2.	PESADO DE LA MATERIA PRIMA	78
ANEXO 3.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PULPA DE PIÑA ENVASADO AL VACÍO	79
ANEXO 4.	TITULACIÓN ACIDO-BASE	79
ANEXO 5.	DETERMINAR °BRIX MEDIANTE EL USO DEL REFRACTÓMETRO.....	80
ANEXO 6.	DETERMINACIÓN DE PH MEDIANTE EL USO DE TIRAS MEDIDORAS DE PH.....	80
ANEXO 7.	MUESTRAS SIN CONSERVANTE ALMACENADAS A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN.....	81
ANEXO 8.	MUESTRAS SIN CONSERVANTE A TEMPERATURA AMBIENTE..	81
ANEXO 9.	MUESTRAS CON SORBATO DE POTASIO AL 0.05% ALMACENADAS A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN	82
ANEXO 10.	MUESTRAS CON SORBATO DE POTASIO AL 0.05% ALMACENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	82
ANEXO 11.	MUESTRAS CON SORBATO DE POTASIO AL 0.025% ALMACENADAS A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN	83
ANEXO 12.	MUESTRAS CON SORBATO DE POTASIO AL 0.025% ALMACENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	83
ANEXO 13.	MUESTRAS CON BENZOATO DE SODIO AL 0.05% ALMACENADAS A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN.....	84
ANEXO 14.	MUESTRAS CON BENZOATO DE SODIO AL 0.05% ALMACENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE	84

ANEXO 15. MUESTRAS CON BENZOATO DE SODIO AL 0.025% ALMACENADAS A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN	85
ANEXO 16. MUESTRAS CON BENZOATO DE SODIO AL 0.025% ALMACENADAS A.....	85
ANEXO 17. DATOS DEL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO °BRIX DE LAS 3 MUESTRAS DE PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO, ANALIZADAS DURANTE UN MES CON UNA FRECUENCIA DE 5 DÍAS.....	86
ANEXO 18. DATOS DEL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO % ACIDEZ (%ÁCIDO CÍTRICO) DE LAS 3 MUESTRAS DE PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO, ANALIZADAS DURANTE UN MES CON UNA FRECUENCIA DE 5 DÍAS.	
ANEXO 19. DATOS DEL PARÁMETRO FISICOQUÍMICO PH DE LAS 3 MUESTRAS DE PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO, ANALIZADAS DURANTE UN MES CON UNA FRECUENCIA DE 5 DÍAS.....	88
ANEXO 20. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	89
ANEXO 21. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO.....	90
ANEXO 22. REFERENCIA DE FICHA TÉCNICA.....	91

RESUMEN

En la siguiente investigación se procesó piñas maduras (*Ananas Comosus L.*) en su variedad Golden Sweet, para obtener pulpa de piña que fue sometida a 5 diferentes tratamientos los cuales fueron: pulpa de piña con Benzoato de sodio a una concentración de 0.05%, pulpa de piña con Benzoato de sodio a una concentración de 0.025%, pulpa de piña con Sorbato de potasio a una concentración de 0.05%, pulpa de piña con Sorbato de potasio a una concentración de 0.025% y pulpa de piña sin conservante. Seguidamente fueron envasadas al vacío y almacenadas a dos diferentes temperaturas: temperatura ambiente (15°C) y temperatura de refrigeración (4 °C), con el objetivo de determinar su vida útil y evaluar el efecto que tiene la temperatura de almacenamiento y los conservantes utilizados en la vida útil de esta. Para obtener los resultados se hizo un análisis fisicoquímico cada cinco días durante un mes. Los parámetros que se midieron fueron: pH (3.41-3.58), °Brix (17-11), % Ácido cítrico (máximo 0.9).

Los grados Brix, el % de acidez (ácido cítrico) y el pH como indicadores de vida útil cambiaron con respecto al tiempo, siendo los °Brix el parámetro más afectado en los tiempos de almacenamiento donde se observa que los °Brix fueron disminuyendo hasta alcanzar valores no óptimos para una pulpa de piña de calidad (°Brix<11). También se pudo concluir que estos parámetros a temperaturas de refrigeración (4°C) se conservan mejor que a temperatura ambiente (15°C).

Utilizando el software Minitab-18, se realizó un análisis de varianza al 95% de confianza; con los datos recogidos durante el mes de almacenamiento para determinar si la temperatura de almacenamiento (4°C y 15°C) y los conservantes utilizados (Benzoato de sodio y Sorbato de Potasio) tuvieron efecto en la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío. Se determinó la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío con todos sus tratamientos mediante cinéticas de deterioro y ecuación de Arrhenius.

Palabras clave: ácido cítrico, °Brix, pulpa de piña, pH.

ABSTRACT

In the following investigation ripe pineapples (*Ananas Comosus* L.) in their Golden Sweet variety were processed, to obtain pineapple pulp that was subjected to 5 different treatments which were: pineapple pulp with sodium benzoate at a concentration of 0.05%, pineapple pulp with sodium benzoate at a concentration of 0.025%, pineapple pulp with potassium sorbate at a concentration of 0.05%, pineapple pulp with potassium sorbate at a concentration of 0.025% and pineapple pulp without preservative. Subsequently, they were vacuum-packed and stored at two different temperatures: room temperature (15°C) and refrigerated temperature (4 °C). In order to determine their shelf life and evaluate which of the treatments is the best to extend the shelf life of the pineapple pulp and which storage temperature (room temperature, refrigeration temperature 4°C) would be ideal. A physical-chemical analysis was made every five days for one month to obtain the results. The parameters measured were: pH (3.41-3.58), °Brix (17-11), % citric acid (maximum 0.9).

Brix degrees, % acidity (citric acid), and pH as indicators of shelf life changed over time, being the °Brix the most affected parameter in the storage times where it is observed that the °Brix were decreasing until reaching non-optimal values for a quality pineapple pulp (°Brix < 11). It was also possible to conclude that these parameters at refrigeration temperatures (4°C) are better preserved than at room temperature (15°C).

Using Minitab software, an analysis of variance at 95% confidence was performed with the data collected during the month of storage to find the physical-chemical or organoleptic parameter that will help us determine the shelf life of each vacuum-packed pineapple pulp with different treatments. The shelf life of the vacuum-packed pineapple pulp was determined using deterioration kinetics and the Arrhenius equation.

Keywords: citric acid, °Brix, pineapple pulp, pH.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de vida útil para definir la duración de los alimentos son necesarios para no sobre dimensionar el tiempo que realmente dura el producto. La vida útil de un alimento comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos en él, que puedan generar rechazo en el consumidor final, puede variar según el proceso de producción, la naturaleza del producto y el tiempo de almacenamiento, obteniéndose cambios a niveles microbiológicos, sensoriales y/o físico-químicos (Labuza, 1980). En la industria alimentaria es una norma declarar la vida útil de los productos envasados (RM N° 1020-2010/MINSA) y existe la necesidad de obtener en un tiempo relativamente corto la información necesaria, para la determinación de la vida útil de sus productos. Este valor tiene un impacto muy importante en el manejo de los productos en el almacenamiento, distribución y la declaración expresa en el empaque (Codex Alimentarius, 2007).

La mayor o menor vida útil del producto depende de la naturaleza del alimento en sí, pero también de otros factores como los procesos higienizantes y de conservación a los que se somete, el envasado y las condiciones de almacenamiento, como la temperatura y la humedad. La vida útil se establece tras someter el alimento a condiciones controladas de almacenamiento en alimentos frescos de vida corta, como son las frutas, zumos y pulpas de frutas, o, en el caso de productos muy estables, mediante procesos de deterioro acelerado. Los datos que se obtiene se extrapolan después para elaborar predicciones en situaciones reales de conservación. (Casp, 2003). Por lo tanto, al ser la pulpa de piña un producto de vida corta se utilizó estudios de vida útil en tiempo real.

Por pulpa de piña (*Ananas Comosus L.*) se entiende al producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, la cual debe presentar las características como sabor, color y olor propias de la fruta. Se reconoce que los grados Brix aceptables pueden diferir por causas naturales y tipo de piña (*Ananas Comosus L.*) que será utilizada para la elaboración de la pulpa, sin embargo, el nivel no debe ser menor a 10 °Brix. (Codex Alimentarius, 2005).

La pulpa de piña (*Ananas Comosus L.*) de la variedad Golden Sweet se caracteriza por tener un olor y sabor propios de la piña, con un color amarillo brillante, ° Brix de 15 no menor a 11, con un % de acidez (ácido cítrico) mayor a 0.35 y con un pH de 4-3.5. (García et, al, 2011) Aspectos que se definen como factores de calidad, que controlan la aceptabilidad de la pulpa de piña y por lo tanto definen su vida útil. (Bardón *et al.* 2010)

En la siguiente investigación se procesó la fruta *Ananas Comosus* conocida como piña en su variedad Golden (MD2), para obtener pulpa a la que le añadiremos dos tipos de conservantes a diferentes concentraciones, la envasaremos al vacío y la almacenaremos en refrigeración y al medio ambiente para determinar su vida útil y así poder comparar que tipo de conservante es el mejor para ser utilizado en pulpa de piña y a que concentración además poder ver cuanta diferencia existe entre almacenar pulpa de piña envasada al vacío a temperatura de refrigeración y almacenarla al ambiente.

1.1 Problema de la investigación

La piña (*Ananás comosus L.*) es una fruta que presenta excelentes características organolépticas y nutricionales; en nuestro país se la consume en estado maduro, fresco, mayormente en jugo.

A pesar de todos los beneficios que esta fruta brinda a nuestra salud tiene los inconvenientes de ser una fruta que con lleva un proceso tedioso para poder ser consumida, produce mucha merma y es una fruta estacionaria lo cual conlleva alzas en su precio de comercialización durante los meses en que esta no se produce. Por lo que la pulpa de piña envasada sería una gran solución a estos problemas, ya que las pulpas de frutas se conservan mejor y por más tiempo, no producen mermas al consumidor y son de uso instantáneo.

Al ser éste, un producto envasado que puede ser almacenado y conservarse por más tiempo que un producto en fresco; es de suma importancia determinar su vida útil, y que condiciones serían las más benéficas para que éste conserve sus propiedades organolépticas como sabor, olor y color. Asegurando con esto la integridad del consumidor.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la temperatura de almacenamiento (4°C y 15°C) y de dos diferentes conservantes (Benzoato de sodio y Sorbato de Potasio) en la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de la temperatura de almacenamiento (4°C y 15°C) y de los dos tipos de conservantes utilizados (Benzoato de Sodio y Sorbato de potasio) en el tiempo de vida útil de una pulpa de piña de la variedad Golden Sweet (MD2) envasada al vacío.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el mejor conservante (Benzoato de sodio o Sorbato de potasio) para alargar la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío.
- Determinar la temperatura de almacenamiento ideal (15°C o 4 °C) para conservar por más tiempo pulpa de piña envasada al vacío.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Para la siguiente investigación se tomaron en cuenta estudios que hacen referencia a la determinación de la vida útil de algunas frutas similares a la piña debido a que no se encontraron investigaciones en las que se hable de vida útil de pulpa de piña.

Las referencias utilizadas fueron las siguientes:

“Desarrollo de manzana trozada mínimamente procesada y determinación de vida útil”

El presente trabajo tuvo como objetivo elaborar manzanas mínimamente procesadas, mediante el uso de aditivos químicos y modificación del ambiente de envasado en un material de envase apto para esta condición, determinando con ello el proceso de elaboración y su posterior vida útil. Se escogieron las variedades Fuji y Granny Smith, las cuales fueron trozadas en cubos de 10 mm x 10 mm x 10 mm. Se utilizó soluciones de inmersión de ácido cítrico y cloruro de calcio, posteriormente se envasaron con atmósfera modificada (por barrido con nitrógeno) en envases de alta permeabilidad al O₂. Para el estudio de vida útil se almacenaron en refrigeración entre 1 y 6 °C durante 14 días y se determinaron los siguientes parámetros: textura y atributos sensoriales, concentración de gases en atmósfera modificada y °Brix. Los °Brix de la variedad Fuji fluctuaron entre 11 y 12,6, mientras que para la variedad Granny Smith los valores medidos fueron entre 9,8 y 11 °Brix. Los resultados encontrados demostraron que las dosis seleccionadas de ácido cítrico y cloruro de calcio, la atmósfera modificada, el envase y las condiciones de almacenamiento permitieron extender la vida útil para ambas variedades estudiadas hasta por 11 días y se encuentra

condicionada por parámetros sensoriales. Las manzanas control que no fueron tratadas con solución antioxidante, tienen una vida útil promedio de 3 horas en la sala de proceso productivo, debido al rechazo para el consumo por oxidación (Pereyra Nelson, 2011).

Determinación de vida útil de extracto de zanahoria (*Daucus carota L.*) pasteurizada

El trabajo se desarrolla elaborando un zumo pasteurizado con la finalidad de aumentar su tiempo de vida apto para consumo humano.

Entre los parámetros de producción para el zumo herméticamente sellado se tiene un grado Brix de 8,5 un pH de 4,1, un índice de acidez de 0,212 g/100. La pasteurización se llevó a cabo a una temperatura de 95°C por un periodo de 3,14 minutos, sin embargo, el F_0 teórico para el producto es de 2,5 minutos. La concentración de Vitamina C como indicador de vida útil si se vio afectado en forma significativa en los tiempos de almacenamiento y en condiciones aceleradas de vida en anaquel, donde a 120 días de almacenamiento y a una temperatura de 27°C se redujo en 72%, y a una temperatura de 40°C disminuyó en 86%. Utilizando la ecuación N Arrhenius la vida media del zumo de zanahoria a 8° C es de 242 días, y la ecuación de correlación es de primer orden. A un nivel de significancia del 5%, el zumo con 0 días de almacenamiento tiene mayor preferencia que el zumo almacenado a 120 días (Ortiz León, 2020).

“Estudios de Vida útil de zumos de frutas envasados”

El presente trabajo se basó en validar la fecha de consumo de tres productos los cuales fueron: Bebida de Naranja, Bebida de Piña y Bebida de Soja y Fresa. Para efectuar dicha validación se realizaron estudios de vida útil, en los que se analizaron diversos parámetros fisicoquímicos y organolépticos desde la fecha de envasado de los productos hasta pasado un tiempo de seis meses. Al final de los estudios, se obtuvieron datos de un total de diez tiempos de almacenamiento

diferentes de cada bebida de fruta. Los parámetros fisicoquímicos que se analizan en cada producto son: grados Brix, acidez total, pH, ácido ascórbico, color (luminosidad, coordenada cromática a*, coordenada cromática b* y diferencia total de color) y turbidez (absorbancia a 625 nm). Los parámetros organolépticos que se analizan en cada producto son: aspecto, color, olor, sabor, impresión general y nivel de aceptación. Los estudios de vida útil comienzan en agosto de 2015 y finalizan en febrero de 2016 (Porcar Muñoz, 2016).

“Evaluación de la calidad de la materia prima para la elaboración de concentrado de piña”

El estudio se llevó a cabo en una empresa procesadora de piña, se evaluó la calidad física de los frutos, determinándose las variables: masa fresca (MF), escala de color de la epidermis (ECE), presencia de daños (PD) y en calidad química, las variables sólidos solubles totales (SST) expresados en °Brix, pH y acidez total titulable(ATT), mediante los métodos descritos por la comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

Los resultados químicos mostraron diferencias significativas con valores cercanos a los referenciales de SST entre 10.0 y 13.0 °Brix, pH entre 3.2 y 3.5 y ATT entre 0.40 y 0.70% de ácido cítrico. (Desiree et al., 2017)

Este estudio también nos presenta información acerca de los valores óptimos de los parámetros químicos que debe presentar la piña para ser considerada materia prima de buena calidad. Dando a conocer que:

La acidez titulable de la piña es del orden de 0,5 a 1,6 g ácido cítrico/100 g jugo de la fruta. (Montero et al, 2005).

Los valores óptimos de pH para la fruta fresca de piña oscilan entre 3,6 y 3,8. (Villavicencio, 2009 / Kader, 1996).

Los rangos óptimos para la fruta que se va a destinar a procesos para la elaboración de jugos pasteurizados y concentrados deben de oscilar entre 11,0 y 15,0 °Brix. (Gadea, 2010)

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Piña

La piña es una de las frutas tropicales más codiciadas que existen actualmente; tanto por su sabor, aroma, atractivo color amarillo y sus características nutritivas. En el Cuadro 1 se muestra la composición nutricional básica de la piña por cada 100 gramos de fruta. Además, es una fruta rica en azúcares, vitaminas del grupo A, B, C y E, sales minerales y ácidos orgánicos; tiene aproximadamente una cuarta parte de la vitamina C presente en la naranja. Su ingrediente activo es la bromelina, una mezcla de cinco enzimas proteolíticas que difieren unas de otras por su capacidad de oxidar y reducir substratos específicos. Además, es rica en ácido málico, cítrico y ascórbico; sales minerales de calcio, fósforo y hierro; glúcidos como sacarosa, glucosa y levulosa (Castro Gadea, 2010).

La piña (*Ananas comosus L.*) es una de las frutas tropicales apreciada por su sabor, aroma y sus características nutritivas, constituye la tercera fruta más importante a nivel mundial después de los cítricos y plátano (Desiree et al., 2017)

La piña es producida en zonas tropicales y subtropicales, las principales producciones se tienen en Costa Rica, Brasil, Filipinas, Tailandia e Indonesia (FAO 2016).

Algunas características físicas como el color, la consistencia, el tamaño, peso y forma de la fruta; la presencia de enfermedades, los daños por plagas; así como algunos parámetros químicos como los sólidos solubles totales (°Brix), la acidez y la relación °Brix/acidez, son variables importantes en la selección de fruta de piña destinada para su proceso (Castro Gadea, 2010).

2.2.1.1 Origen de la Piña

La piña (*Ananas comosus*) es el segundo cultivo tropical de importancia mundial después del banano (*Musa sp*), aportando más del 20% del volumen mundial de frutos tropicales. Su origen se remonta en forma muy primitiva en Brasil y Paraguay. Esta especie es nativa de la Cuenca Amazónica, y fue dentro de esta vasta región donde indudablemente se domesticó. Se han señalado como el área de origen la Cuenca Superior del Paraná, entre Brasil, Paraguay y Argentina, las selvas del Cusco Superior del Amazonas, y las regiones semisecas de Brasil, Venezuela y Guayanas (Retana, 2015).

2.2.1.2 Variedades de Piña

Existen numerosas variedades de piña que derivan de los diferentes grupos. Cada grupo contiene más de diez variedades o cultivares repartidos a través de la zona intertropical según su capacidad de producción, relacionada con las condiciones pedoclimáticas locales sin embargo las variedades Cayena Lisa y Golden Sweet (MD-2) abarcan la mayor parte de la piña destinada al comercio (Desiree et al., 2017).

- **Cayena lisa:** Variedad que se caracteriza por tener porte vigoroso, de hojas sin espinas de color verde morado, de pedúnculo corto y grueso. Su fruto es de forma cilíndrica y cónica dependiendo del manejo; de pulpa amarillo cremoso y fibroso, de buena apariencia externa, al madurar la piel se torna de color verde anaranjado y amarillo; posee un Brix de 15° y por

lo que es muy aceptado en el mercado; orientada al consumo en fresco e industria. Esta variedad domino el mercado mundial por más de 50 años (MINAGRI, 2018).

- **Golden o MD-2:** Variedad que se caracteriza por presentar frutos forma cilíndrica, pulpa amarillo intenso, fibroso, con un alto Brix; al madurar la fruta presenta coloración verde amarillento. Fruta de doble propósito, para industria y consumo en fresco muy aceptado en el mercado internacional por ser de gran calidad interna. La planta presenta porte mediano de hojas verde sin espinas, con pedúnculo corto con dos o más retoños bulbillos o hijuelos. (MINAGRI, 2018).

2.2.1.3 Contenido Nutricional.

La piña fresca es una fruta succulenta y sabrosa, de gran demanda en el mundo, por su agradable sabor y alto contenido de fibra, pero sobre todo porque es fuente importante de vitamina C. Además, posee en su composición gran variedad de minerales como puede observarse en el cuadro 1 (Jiménez Herrera, 2015).

La piña además de ser rica en azúcares también es fuente de carotenos. El contenido de azúcares permanece constante después de la cosecha. La acidez y el contenido de carotenos se incrementan moderadamente y la concentración de ésteres y el color aumentan considerablemente (Reina G, 2016).

Tabla n° 1. Composición nutricional de la piña por 100 g de porción comestible.

Componente	Valor	Unidad
Proximales		
Energía total	33	Kcal
Grasa total	0.2	g
Proteína total	0.4	g
Agua	89.3	g
Carbohidratos		
Carbohidratos totales	9.8	g
Carbohidratos disponibles	8.4	g
Fibra dietética	1.4	g
Cenizas	0.3	g
Minerales		
Calcio	10	mg
Fósforo	5	mg
Zinc	0.10	mg
Hierro	0.40	mg
Vitaminas		
Vitamina A	3	mg
Vitamina C	19.90	mg

Fuente: Tablas Peruanas de composición de alimentos (R García et al., 2017).

Elaboración propia.

El sabor depende principalmente del contenido de azúcares totales, el cual se puede alterar por la temperatura y la intensidad de la luz durante el crecimiento del fruto, así como también por la estación, el clima, el grado de madurez en la cosecha y las sustancias empleadas para su crecimiento, como hormonas o pesticidas (Reina G, 2016). El Sabor de la piña se caracteriza por ser una mezcla de ácido con dulce. Los componentes responsables del sabor particular se muestran en el cuadro 2 (Jiménez Herrera, 2015).

Tabla n° 2. Principales ácidos y azúcares presentes en la piña.

Componentes	Porcentaje en el fruto fresco (g/100g de porción comestible)
Ácidos	
Cítrico	0.32-1.22
Málico	0.1-0.47
Ascórbico	0.008-0.044
Oxálico	0.005
Azúcares	
Sacarosa	5.9-12
Glucosa	1.0-3.2
Fructosa	0.6-2.3

Fuente: Ulate,1993

Elaboración propia.

2.2.2 Producción de la piña en el Perú

Durante el año 2016 nuestro país instaló 24 mil hectáreas de piña y en el 2017 dicho cultivo creció en el 30%. Según el especialista en frutales de la dirección General Agrícola del ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), William Daga Ávalos, el cual también indicó que este incremento se debe a que varias regiones han iniciado el cultivo de piña como lo son: Madre de Dios, Cusco, VRAEM, Amazonas y San Martín (MINAGRI, 2018).

En 2019, la producción total de piñas de Perú llegó a las 567.1 toneladas lo cual irá en crecimiento, gracias a los proyectos que han permitido mejores rendimientos productivos del cultivo, que se desarrolla fundamentalmente en Junín (42%), seguido de la Loreto (13.7%). Otras dos importantes regiones productoras de piña en el país son La Libertad y Amazonas (CIEN/ADEX, 2021).

Si de variedades cultivadas se trata, sobresale Golden, que es la reina de las exportaciones en fresco. Asimismo, en nuestro país se han instalado huertos con las variedades Hawaiana y Cayena Lisa (CIEN/ADEX, 2021).

Perú es uno de los principales agroexportadores de América del Sur, y progresivamente busca convertir también a la piña en uno de sus productos destacados en mercados internacionales. En 2021, el desempeño final señala envíos al exterior por 298.855 kilos de piña con un valor FOB de 5,5 millones de USD. Además, el principal destino de la piña peruana en 2021 fue el mercado de Estados Unidos, donde se logró colocar 5,4 millones de USD, es decir, cerca del 98% del total comercializado (AGRARIAS, 2022)

2.2.3 Pulpa de frutas

Pulpa es la parte comestible de las frutas o el producto obtenido de la separación de las partes comestibles carnosas de éstas, mediante procesos tecnológicos adecuados. La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia; las pulpas son más espesas, se deshecha la cáscara, la semilla y el bagazo, los jugos son más fluidos y líquidos (Carrasco Gil, 2020).

Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados, por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos (NTE INEN 2 337:2008, 2008).

2.2.3.1 Requisitos específicos para pulpas de frutas

Según la norma técnica ecuatoriana las pulpas de frutas deben cumplir con los siguientes requisitos (NTE INEN 2 337:2008, 2008) :

- La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- La pulpa de fruta debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.
- Las pulpas de fruta deben tener propiedades fisicoquímico propias de la fruta de la cual procede.
- El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

2.2.4 Pulpa de piña (Ananas Comosus L.)

Es el producto que se obtiene del proceso básico que se le da a la piña (*Ananas comosus L.*), el cual es la trituración de trozos de piña sin cáscara. Este puede ser conservado, por tratamiento

térmico, con preservantes y empaques adecuados en pequeñas presentaciones, o bien puede envasarse a granel para ser vendido a otras plantas procesadoras que elaboran otros tipos de productos como helados, jaleas, mermeladas, refrescos, etc. (Castro Gadea, 2010)

Según las normas técnicas ecuatorianas (NTE-INEN 2337:2008), normas técnicas para jugos, pulpas, concentrados, néctares y bebidas de frutas y vegetales. Las pulpas deben tener características sensoriales y físico-químicas propias de la fruta de la cual procede (NTE INEN 2337:2008, 2008). Por lo tanto, la pulpa de piña deberá tener las características sensoriales y físico-químicas propias de la piña (*Ananas comosus L.*) las cuales son:

Para piña (*Ananas comosus L.*) del tipo Golden o MD-2

Características Organolépticas según la ficha técnica de pulpa de piña congelada (Franco Martínez, 2014).

Aroma: Intenso y característico de la piña madura y sana.

Color: Intenso y homogéneo, característico de la piña MD-2 que es color amarillo brillante.

Sabor: Característico e intenso de la piña madura y sana. Sabor dulce con un toque de acidez.

Características físico-químico para piñas maduras según las normas técnicas ecuatorianas (INEN/NTE 1836, 2016).

Tabla n° 3. Requisitos físicos y químicos de calidad de las piñas (milagrena, criolla, hawaiana, MD-2 y champaca) madura

Parámetro de calidad	Unidad	Madurez de consumo	
		Mínimo	Máximo
Acidez titulable	Fracción de masa expresada en porcentaje de ácido cítrico (%)	-	0.9
Sólidos Solubles totales*	Fracción de masa expresada en porcentaje (%)	11.0	17.0
Contenido de pulpa	Fracción de masa expresada en porcentaje (%)	50	-
*Si se quiere expresar los sólidos solubles totales en grados Brix tener en cuenta que 1°Brix es igual a 1%.			

Fuente: NTE INEN 1836-2016

Elaboración propia

2.2.5 Envasado al vacío

Es el método más simple y común de modificar la atmosfera interna de un envase, en donde el producto se coloca en un envase formado con una película de baja permeabilidad al oxígeno, se elimina el aire y se cierra el envase. El envase sin aire, se pliega (colapsa) alrededor del producto, puesto que la presión interna es muy inferior a la atmosférica.

El proceso implica envasado del producto en película de baja permeabilidad al oxígeno y el cerrado después de realizar la evacuación del aire, con unas buenas condiciones de realización del vacío la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 1%. Debido a las propiedades de barrera en la película empleada, se limita la entrada de oxígeno desde el exterior.

A diferencia de otros productos perecederos refrigerados que están envasados al vacío, las frutas y hortalizas frescas continúan respirando después de ser recolectadas y en consecuencia cualquier empaquetado posterior debe tener en cuenta esta actividad respiratoria. La respiración es un fenómeno bioquímico muy complejo según el cual los carbohidratos, polisacáridos, ácidos orgánicos y otras fuentes de energía son metabolizados en moléculas más simples con producción de calor (Fellows,2009).

El propósito del empaquetado es contener al alimento y brindar protección contra daños causados por microorganismos, calor, absorción o pérdida de humedad y oxidación. Resguardando al fruto a lo largo de la producción, almacenamiento y distribución.

Las Características fisicoquímicas de los frutos empaquetados es controlada por:

- Las propiedades del fruto como la actividad del agua, el pH, la susceptibilidad a enzimas o deterioro microbiano, así como a la sensibilidad al oxígeno, la luz, la cantidad de dióxido de carbono y humedad.
- Factores ambientales que causen deterioro por factores fisicoquímicos.
- Las propiedades de barrera del empaque.

La pérdida o absorción de humedad es uno de los factores más importantes en la vida útil de los frutos. Hay un microclima dentro del empaque, el cual se da por la presión de vapor, la humedad en el alimento, la temperatura de almacenamiento y la permeabilidad del material de empaquetado. El control del intercambio de humedad es necesario para prevenir el deterioro por microorganismos o enzimas (Fellows, 2009).

2.2.6 Aditivos alimentarios

Es toda sustancia, dotada o no de valor nutritivo que puede ser agregada al alimento en la fabricación, preparación, elaboración, tratamiento, envasado, empaquetamiento y conservación durante el transporte y almacenamiento de ese alimento, añadido con un fin tecnológico, para modificar directa o indirectamente las características sensoriales, físicas, químicas o biológicas del mismo o para ejercer cualquier acción de mejoramiento, prevención, estabilización o conservación y es de prever que resulte directa o indirectamente en que él o sus derivados pasen a ser componentes de tales alimentos o cambien las características de estos.

El termino no comprende a los “contaminantes” (COVENIN/910:2000, 2000).

2.2.6.1 Sustancias conservadoras (Conservadores, antimicrobianos, agentes antimicóticos, agentes de control bacteriófagos, agentes quemosterilizantes, maduradores de vino)

Sustancias que prolongan la vida útil de los alimentos protegiéndolos del deterioro ocasionado por microorganismos (COVENIN/910:2000, 2000).

Históricamente muchas sustancias han sido utilizadas como conservadores de alimentos, los cuales a través del tiempo han ido surgiendo nuevos con mucha mejor actividad en contra de los microorganismos, sin embargo, muchos de ellos marchan junto a una considerable toxicidad para el ser humano.

Algo a tomar en cuenta es que, con la adición de estas sustancias, los alimentos conservados no son imperecederos tan solo se mantienen inalterados por un periodo de tiempo limitado pues el crecimiento de los microorganismos se ve retardado, pero no inhibido totalmente.

Hay diferentes razones por la cual existen conservadores más empleados que otros, puede ser; el nivel de toxicidad que presentan, tener un espectro de acción sobre los microorganismos muy limitado, caros e incluso existen aquellos que pueden proporcionar cierto aroma o sabor que no son propios de los alimentos conservados, sin olvidar aquellos que tienden a acumularse en el organismo (Villada Moreno, 2010).

A continuación, se describen los conservadores químicos más empleados en la actualidad. Los cuales también serán usados en la pulpa de piña envasada al vacío.

2.2.6.2 Sorbatos y Benzoatos

Los Sorbatos y los benzoatos son sustancias químicas añadidas intencionalmente a los alimentos para que cumplan la función de conservar e inhibir el crecimiento de microorganismos como hongos, bacterias y levaduras.

El ácido sórbico ($C_6H_8O_2$) es el único orgánico no saturado normalmente permitido como conservador en los alimentos, tiene las ventajas de ser activos en medios poco ácidos y de carecer de sabor. El ácido sórbico, es utilizado para prevenir la contaminación con hongos y levaduras (Villada Moreno, 2010)

Dentro de las sales de ácido sórbico empleadas en la industria se encuentran: Sorbato de potasio ($C_6H_7O_2$), Sorbato de sodio (C_6H_7Na) y Sorbato de calcio ($C_{12}H_{14}O_4$).

Estos compuestos son considerados sustancias seguras, puesto que no se ha encontrado ningún efecto secundario, sin embargo, no se recomienda consumir más de 10 mg/día.

De otro lado, el ácido benzoico es un ácido carboxílico aromático que tienen un grupo carboxilo unido a un anillo fenólico. Las sales de ácido benzoico o benzoatos son los conservantes más

usados en el mundo debido a su bajo precio en relación al alto poder que tienen en el control de hongos y levaduras (Cabana Lagares, 2020).

El ácido benzoico y los benzoatos son usados como conservantes en los productos ácidos, ya que actúan en contra de las levaduras y las bacterias, sin embargo, frente a los hongos son poco efectivos. Así mismo, son ineficientes en productos cuyo pH tiene un valor superior a 5 (ligeramente ácido o neutro). Las altas concentraciones resultan en un sabor agrio, lo cual limita su aplicación.

Respecto a las sales del ácido benzoico se tiene: benzoato sódico (C_6H_5COONa), benzoato potásico ($C_6H_5KO_2$) y benzoato cálcico ($CaC_6H_5O_2$) de los tres tipos de sales, el que tienen mayor importancia es el benzoato de sodio (Cabana Lagares, 2020).

- **Sorbato de Potasio ($C_6H_7O_2K$).** –Es un conservante suave, actúa principalmente contra hongos y levaduras, es utilizado en una variedad de aplicaciones incluyendo alimentos, vinos y cuidado personal, es usado principalmente en los productos lácteos y en el pan de centeno (Villada Moreno, 2010).

Un punto de suma importancia, por lo cual sea uno de los conservadores de alimentos más utilizados que tienen la característica de no acumularse en el organismo debido a que puede ser metabolizado, se absorbe y se utiliza como fuente de energía.

- **Benzoato de sodio (C_6H_5COONa).** - También conocido como benzoato de sosa, es blanca, cristalina o granulada, es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. La sal es antiséptica y en cantidades elevadas es tóxica. Puede ser producido por reacción de hidróxido sódico con ácido benzoico.

El benzoato sódico solo es efectivo en condiciones ácidas ($\text{pH} < 3.6$) lo que hace que su uso más frecuente sea en conservas, en aliños de ensaladas (vinagre), en bebidas carbonatadas, en mermeladas, en zumo de frutas (ácido cítrico) y en salsas de comida china (Villada Moreno, 2010)

Tanto el ácido benzoico como sus sales no son tóxicos para el hombre cuando se ingiere en las concentraciones que normalmente se permiten y se usan en los alimentos (0.05 a 0.1% en peso). Ya que se eliminan en la orina como ácido hipúrico (benzoíl-glicina), al reaccionar con la glicina en una reacción de desintoxicación. Solo cuando se consume de manera excesiva llega a provocar problemas de salud que pueden producir convulsiones de tipo epiléptico (Badui Dergal, 2006).

2.2.7 Vida útil de los alimentos

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Luisa & Munguía Reyes, 2014).

Es el lapso de tiempo en donde un alimento o bebida puede ser almacenado en condiciones controladas y que mantiene sus propiedades para ser consumido (sujeto a un deterioro o a un uso limitado y que no puede ser renovado) (Valle Vega et al., n.d.)

2.2.7.1 Estudios de vida útil

Los estudios de vida útil para definir la duración de los alimentos son necesarios para no sub o sobre dimensionar el tiempo que realmente dura el producto.

Se podrían considerar tres tipos de condiciones de trabajo, para llevar a cabo un estudio de vida útil.

- 1) Productos perecederos, con menos de 15 días: Se realizan estudios concurrentes.
- 2) Productos que se estima duran de 3 a 6 meses: productos con vida útil media, pueden ser sometidos a condiciones de estrés para estimar su deterioro.
- 3) Productos que se estima duran más de 6 meses: productos de vida útil larga, los cuales se someten a condiciones de estrés para determinar su vida útil.

Los cambios a medir pueden ser físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales. De entre los parámetros antes mencionados el más estudiado es la temperatura, en relación al tiempo (Valle Vega et al., n.d.).

2.2.7.2 Metodología para determinar la vida útil de alimentos

La vida útil de los alimentos puede determinarse o calcularse por diferentes métodos, la elección de uno u otro depende del producto en particular y de los objetivos propuestos en el estudio específico. El más utilizado es el conocido como método directo.

- **Método directo o en tiempo real.** - Se basa en el almacenamiento del producto bajo condiciones controladas prefijadas, por un periodo de tiempo mayor que el de la durabilidad esperada y su chequeo periódico para observar desde el comienzo del deterioro hasta que el producto llega a ser inaceptable. Conocido como análisis de Weibull, técnicas de riesgo o análisis de supervivencia, este método es aplicable a alimentos almacenados a temperatura ambiente, refrigerados y congelados que pertenecen a categorías de vida útil corta o media, es decir, perecederos o semiperecederos. El objetivo es obtener información lo más exacta posible acerca de los cambios en la calidad e inocuidad del producto durante el almacenamiento y establecer de forma confiable y práctica, el punto en el tiempo en que

esos cambios causan que el producto sea inaceptable para el consumidor (Nuñez de Villavicencio et al., 2015).

2.2.7.3 Modelo para la degradación cinética

Se ha encontrado que el deterioro de los alimentos sigue modelos de orden cero o primer orden. La velocidad del cambio es proporcional a la concentración del reactivo (parámetro a medir, como vitamina, olor, °Brix, pH, etc.) (Valle Vega et al., n.d.)

$$\text{Velocidad} = dA/dt = kt$$

Dónde: A = Concentración del reactivo, t = tiempo, k= constante de la velocidad de la reacción.

Linearizando:

$$\text{Log } a/b=kt$$

a= concentración inicial

b= concentración final

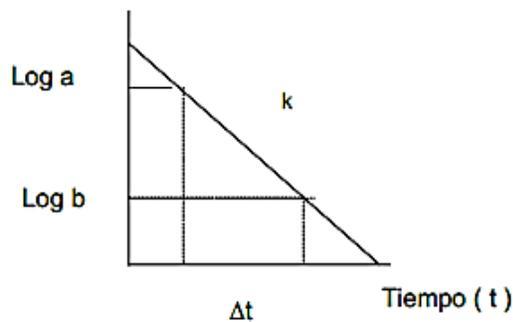


Figura1 Representa el tiempo de deterioro o la destrucción de microorganismos.

Para que un reactivo (ejemplo °Brix) se puede usar el valor equivalente de la pendiente o valor “D”.

$$\text{Definido como } D = \Delta t / (\log b - \log a)$$

El valor “D” es el tiempo necesario para que el reactivo o la carga inicial microbiana sufra un cambio logarítmico en la gráfica de deterioro o de destrucción.

Implica que $k = -1/D$

Como los calores de la reacción son dependientes de la temperatura (así como lo podrían ser a: pH, humedad, luz, etc.)

Se establece la interacción de su degradación en función de temperatura (T):

A temperaturas mayores el deterioro es mayor y el valor D es menor (menos tiempo para causar un daño o destrucción)

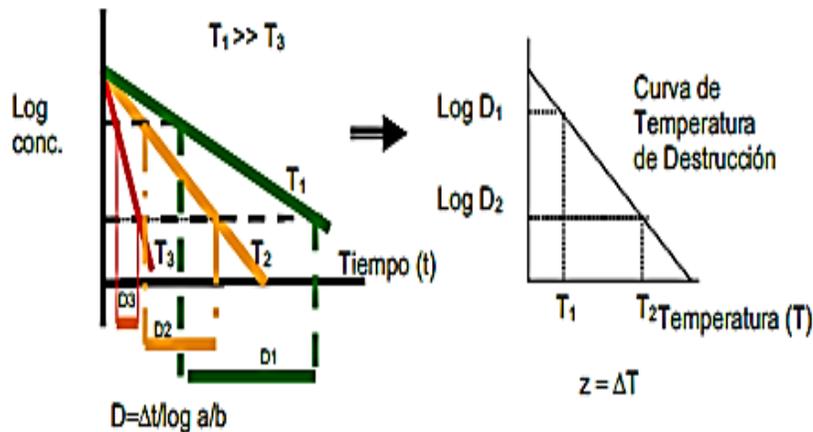


Figura2 Integración de carga microbiana, temperatura y tiempo. Curva de temperatura de destrucción.

Cuando se integran los valores “D” (referidos como tiempo) en relación a la temperatura, se tendrá la relación de temperatura de destrucción en función de tiempo, como se resalta en la gráfica el integral log de “D” (tiempo) en función de temperatura.

La pendiente puede ser interpretada como su valor inverso “z”. es decir, es el cambio necesario en temperatura para que el valor D tenga un decremento en un ciclo logarítmico.

2.2.7.4 Variable dominante

Puede ser conocida y evaluada en el tiempo de manera que la pérdida de calidad se establece en función de la velocidad de degradación, que, en función de los factores de composición, de las especies reactivas, del pH, de la A_w y de los factores ambientales (temperatura, humedad relativa, luz, presión total, esfuerzos mecánicos).

La modelación se puede determinar con parámetros fisicoquímicos, microbiológicos o sensoriales. La evolución de la cinética es función directa de la T° . La velocidad de degradación se incrementa con el incremento de la T° .

Los puntos clave para diseñar un ensayo de vida útil son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo que se debe programar controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial (Posada Cardona, 2013).

2.2.7.5 Aplicación de la evaluación sensorial para la evaluación de la vida útil de un alimento

Desde el punto de vista sensorial, define la vida útil como “El tiempo durante el cual las características y desempeño del producto se mantienen como fueron proyectados por el fabricante. El producto es consumible o utilizable durante este periodo, brindándole al usuario; las características, desempeño y beneficios sensoriales deseados (Roman Marcillo & Zambrano Velásquez, 2013).

Se realiza con el objetivo de examinar el alimento y determinar los cambios en la apariencia, textura, aroma y sabor; apoyándonos en el manejo estadístico de los datos para establecer el nivel

de significancia de los resultados estimados por los evaluadores sensoriales y/o consumidores.
(Roman Marcillo & Zambrano Velásquez, 2013)

- **Sabor:** Es una combinación de sensaciones químicas que se percibe en la cavidad bucal a través de las papilas gustativas. En el caso de la piña el sabor es dulce con un ligero toque ácido.
- **Olor:** estímulo provocado por las sustancias volátiles liberadas desde un alimento en el sentido del olfato, localizado en la cavidad nasal.
- **Color:** Es la sensación que percibe nuestros ojos por esta razón es la más importante, es por esto que a veces tiende a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor.
- **Textura.** - Es un atributo complejo percibido como sensaciones por los labios, la lengua, los dientes, el paladar, los oídos. La firmeza o ternura de un producto están relacionadas con la mayor o menor dificultad para desgarrar los tejidos y masticarlos.

2.2.7.6 Análisis físico-químico

El análisis físico-químico de los alimentos es primordial en el aseguramiento de la calidad, ya que ayuda a determinar el valor nutricional y controlar el cumplimiento de ciertos parámetros y así poder determinar su vida útil.

- **Acidez:** La acidez valorable exhibe la concentración total de ácidos contenidos en el fruto (cítrico, málico, láctico, succínico, glicérico, fosfórico, clorhídrico, fumárico, tartárico, etc.). Se utiliza volumetría, es decir se mide volúmenes mediante una titulación ácido-base que implica: titulante, titulado y el indicador. Por lo general se usa como agente colorante a la fenolftaleína que tiene un punto de viraje entre pH=8.2 a pH=10 siendo incoloro en su

forma ácida y rosado en la alcalina. El medio titulante es una base (NaOH 0.1N), y el titulado es el ácido predominante (Cazar Vilacís, 2016).

- **Grados Brix o cantidad de sólidos solubles:** La escala Brix se destina para medir la cantidad de sólidos solubles presentes en zumos de frutas, vino o bebidas procesadas. Éstos determinan el contenido de sacarosa disuelta en un líquido, siendo un grado Brix el índice de refracción que da una disolución del 1% de sacarosa. Se determina a 20 °C, con un refractómetro previamente calibrado con agua destilada. En las frutas a mayor cantidad de sólidos solubles, mayor contenido de azúcares y un nivel de madurez más alto (Cazar Vilacís, 2016).
- **pH:** El pH es un símbolo que indica si una sustancia es ácida, neutra o básica. El pH se calcula por la concentración de iones de hidrógeno, un factor que controla la regulación de muchas reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas. La escala de pH es de 0 a 14. La disolución neutra, tiene un pH de 7, valores menores de 7 indican una disolución ácida y valores superiores de 7 indican una disolución alcalina. El crecimiento de los microorganismos requiere principalmente de nutrientes, agua, una temperatura adecuada y determinados niveles de pH. En estado natural las frutas tienen pH bastantes ácidos y las verduras, las carnes y pescados son ligeramente ácidos (Roman Marcillo & Zambrano Velásquez, 2013).

2.3. Definición de términos básicos

- **Acidez titulable:** La acidez titulable representa la cantidad de ácidos orgánicos libres presentes en un determinado cuerpo de agua o en un residuo líquido y se mide por el método volumétrico neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte. Su valor es usado como un parámetro de calidad en los alimentos, ya que nos indica la cantidad del ácido predominante en las frutas, los cuales influyen en su sabor, color y estabilidad (NTC 3929,2013) (Morejón Quezada & Viznay Parra, 2018).

- **Aditivos Alimentarios:** Se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales (CODEX STAN/192-1995, 2019).

- **Características fisicoquímicas de las pulpas de fruta:** Las características físicas, químicas y organolépticas deberán ser las provenientes del fruto de su origen, cumpliendo los límites mínimos y máximos fijados para cada pulpa de fruta, previstos en las normas específicas (MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, 2013).

- **Conservante:** Es una sustancia química utilizada como aditivo alimentario que, añadida a los alimentos, detiene o minimiza el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos como: bacterias, levaduras y mohos. (CODEX STAN 192-1995).

- **Envasado al vacío:** Es el método más simple y común de modificar la atmósfera interna de un envase. El producto se coloca en un envase formado con una lámina de baja permeabilidad al oxígeno, se elimina el aire y se cierra el envase. Con unas buenas condiciones de vacío, la concentración de oxígeno dentro del paquete se reduce por debajo del 1%; el paquete queda sellado, de esta forma, es el empaque el que crea una barrera de protección, la cual se espera sea la que proteja al producto durante su tiempo de vida útil (Martín, 2019).

- **Grados Brix:** Es la unidad de medida de densidad que tiene una solución de sacarosa al 1 % a 20 °C. Los grados Brix indican la concentración de sólidos solubles disueltos en una solución líquida, expresados como el porcentaje de peso aproximado del contenido de azúcares que tiene la fruta en mayor cantidad. Los °Brix también nos permiten saber indirectamente el grado de madurez de la fruta (Morejón Quezada & Viznay Parra, 2018).

- **pH:** Los valores del pH están entre 0 y 14. Una sustancia es ácida cuando su pH esta entre 0 a 6, una sustancia es básica o alcalina cuando su pH esta entre 8 a 14 y una sustancia es neutra cuando su pH está en 7, es decir no es ni ácido ni básico. Mientras más lejos esté el valor de 7, la sustancia será más ácida o básica (Blanco & Carbajal, 2013).

- **Piña (*Ananas comosus L.*):** Fruto de las plantas de la familia de las Bromeliáceas de forma ovalada y/o cilíndrica, con rangos de color desde verde a anaranjado de acuerdo a su madurez de consumo, de olor agradable, pulpa jugosa y sabor dulce ligeramente ácida. Esta tiene pulpa carnosa

de consistencia firme; el pedúnculo en el momento de la cosecha debe ser desprendido desde la base, de preferencia libre de brácteas (INEN/NTE 1836, 2016).

- **Pulpa de Fruta:** Pulpa de fruta es el producto no fermentado, no concentrado, no diluido, obtenido de frutos pulposos, a través de proceso tecnológico adecuado, con un contenido mínimo de sólidos totales, proveniente de la parte comestible del fruto. La pulpa de fruta se obtendrá de frutas frescas, sanas y maduras, con características físicas, químicas y organolépticas del fruto (MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, 2013).

- **Temperatura de refrigeración:** La refrigeración consiste en la conservación de los productos a bajas temperaturas, pero por encima de su temperatura de congelación. De manera general, la refrigeración se enmarca entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. De esta forma se consigue que el valor nutricional y las características organolépticas casi no se diferencien de las de los productos al inicio de su almacenaje (Umaña Cerros, n.d.).

- **Temperatura ambiente:** La temperatura ambiente es la que está comprendida entre las temperaturas que la gente prefiere para lugares cerrados. Representa el rango en el cual el aire no se siente ni muy frío ni caliente cuando se usa ropa de entrecasa. Este rango está entre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y es el rango para regular la temperatura que ofrecen los dispositivos de control climático (Umaña Cerros, n.d.).

- **Vida útil:** Es el lapso de tiempo en donde un alimento o bebida puede ser almacenado en condiciones controladas y que mantiene sus propiedades para ser consumido (sujeto a un deterioro o a un uso limitado y que no puede ser renovado), se considera como útil mientras está almacenado (Valle Vega et al., n.d.).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los siguientes lugares:

- Pequeño laboratorio instalado en el hogar del ejecutor ya que debido a la pandemia que nos afectó en estos dos últimos años no se pudo utilizar los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Análisis microbiológico en el laboratorio de microbiología de alimentos del departamento académico de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.2 Materia prima y aditivos

- Piñas (*Ananas Comosus L*) de la variedad Golden Sweet (MD2).

Especificaciones de materia prima: Se utilizó pulpa obtenida de la línea de proceso en el tiempo cero del estudio, mediante el procesamiento de piñas frescas y maduras.

- Conservantes: Benzoato de sodio ($C_7H_5NaO_2$) y Sorbato de potasio ($C_6H_7O_2K$).

3.3 Materiales y equipos de laboratorio

a. Materiales y equipos para el procesamiento

- Bolsa de polietileno de alta densidad con capacidad de 250g.
- Guantes de látex.

- Gorros desechables.
- Papel absorbente.
- Alcohol para desinfectar.
- Bolsas desechables.
- Cocina a gas.
- Cuchillos.
- Tablas de picar.
- Tinas.
- Coladores.
- Ollas.
- Licuadora.
- Balanza de Mostrador.
- Balanza gramera digital.
- Envasadora al Vacío Foodsaver (Oster v2240).
- Termómetro digital.
- Refrigeradora.

b. Materiales y equipos para el análisis fisicoquímico

- Hidróxido de Sodio al 0.1 N (NaOH).
- Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}NaO_4$)
- Tiras reactivas de pH.
- Refractómetro.
- Pipeta graduada de 5 ml.
- Matraz Erlenmeyer.

- Agitador de metal.

c. Otros materiales

- Papel toalla.
- Alcohol en gel.
- Cuaderno para anotaciones.
- Laptop LENOVO.
- Memoria USB.
- Internet.
- Cámara fotográfica.
- Útiles de escritorio.

3.4 Métodos

3.4.1 Trabajo de Campo

La materia prima fue obtenida del mercado de frutas de la ciudad de Cajamarca, Perú; mediante la selección de piñas (*Ananas Comosus L.*) de la variedad Golden en estado de madurez óptimo, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- **Color de Cáscara:** Se seleccionaron las piñas cuya cáscara presentaba un color uniforme, amarillento casi dorado (Fig. 3 como escala de referencia).

Nivel de color		
1		Color principalmente verde ocre con oscurecimiento en las fisuras que dividen las escamas que forman la corteza después de cosecha.
2		Color amarillo en la parte superior de cada escama que forma la piel y esta empieza a desarrollarse hacia los extremos cuando la madurez inicia.
3		Color amarillo-anaranjado en prácticamente todo el fruto y solo los extremos presentan una pequeña tonalidad verde. Las hojas de la corona han perdido turgencia.
4		Color totalmente anaranjado. El extremo basal del fruto es menos firme y las hojas de la corona presentan marchitamiento.

Figura3 Desarrollo del color de la piel durante la maduración del fruto de piña.

Fuente: BANCOMEXT (1999)

- **Aspecto:** Las piñas estuvieron libres de daños visibles y tuvieron un tamaño homogéneo.
- **Olor:** Se seleccionaron piñas con un aroma suave y dulce. Sin olores extraños ni a fermentado.
- **Firmeza:** Las piñas estuvieron firmes al tacto y cedieron ligeramente a la presión de nuestros dedos.

Se compró un total de 6 piñas con un nivel 3 de color, según la escala de referencia (Fig. 3).

3.4.2 Descripción del proceso

Con la materia prima ya comprada realizamos el siguiente proceso:

- a. Recepción de materia prima.** - La piña (*Ananas Comosus L.*) que se usó contaba con un grado de madurez del 80% aproximadamente. Verificamos que las piñas tenían un tamaño similar excluyendo las piñas más pequeñas. Pasamos a almacenarlas en un ambiente seco y fresco a temperatura ambiente de 23 °C aproximadamente.
- b. Selección.** – Realizamos una segunda selección de la piña debido a que esta pudo sufrir algún daño físico durante el transporte del mercado local al lugar de procesamiento.

Verificamos que todas las piñas compradas mantenían sus características físicas como textura firme, color amarillo, olor dulce y suave y no presentaban ningún daño externo como magulladuras y manchas en la piel. Esta operación tuvo como fin retirar las piñas deterioradas o que no servían para el proceso ya que podrían presentar contaminación externa.

- c. Lavado.* - Mediante el lavado retiramos la tierra adherida a las piñas y algunos residuos de plantas.
- d. Pelado.* - Separamos la cáscara o corteza del resto de la piña, al igual que la corona y retiramos los ojos y el corazón de las piñas así también los residuos de brácteas que quedaron para obtener una pulpa sin machas oscuras.
- e. Troceado.* - Esta operación la realizamos para facilitar el despulpado. Cortamos la piña pelada en trozos pequeños de aproximadamente 3 o 4 centímetros de lado.
- f. Despulpado o licuado.* – Realizamos este procedimiento para separar la fibra y los residuos de brácteas y obtuvimos un puré homogéneo conocido como pulpa.
- g. Tamizado.* - Realizamos un tamizado mediante el uso de un colador para obtener una pulpa refinada y sin residuos de brácteas.
- h. Adición de conservantes:* Una vez obtenida la pulpa de piña agregamos el conservante en este caso se separó el total de pulpa obtenida en 5 pequeñas cantidades para lo siguiente:
 - Cantidad 1 pulpa de piña sin conservante
 - Cantidad 2 pulpa de piña con Benzoato de Sodio al 0.025%
 - Cantidad 3 pulpa de piña con Benzoato de Sodio al 0.05%
 - Cantidad 4 pulpa de piña con Sorbato de Potasio al 0.025%
 - Cantidad 5 pulpa de piña con Sorbato de Potasio al 0.05%

i. Pasteurización. – Para este procedimiento calentamos la pulpa de piña hasta los 90 °C por 10 minutos.

Es importante recalcar que el proceso de elaboración de esta pulpa concentrada de piña se llevó a cabo a nivel de laboratorio, por lo que se empleó una olla de acero inoxidable y agitación manual para la pasteurización, controlando la temperatura con un termómetro digital.

j. Empaque. - En esta operación vertimos la pulpa de piña pasteurizada en los envases de polietileno de alta densidad en cantidad de 100 ml.

k. Envasado al vacío. - Este proceso se realizó con una maquina envasadora al vacío *Foodsaver v2240* que automáticamente después de envasar al vacío, sella.

Envasar al vacío alimentos de consistencia semilíquida es un poco complicado sin embargo la envasadora que se usó (*Foodsaver v2240*) sí logró realizar este procedimiento para ello usamos bolsas de polietileno de alta densidad de 250 ml para evitar derrames.

l. Almacenamiento. – La pulpa envasada al vacío se almacenó una parte en el refrigerador a temperatura 4 °C y al medio ambiente (15°C).

Proceso de elaboración de pulpa de piña envasada al vacío

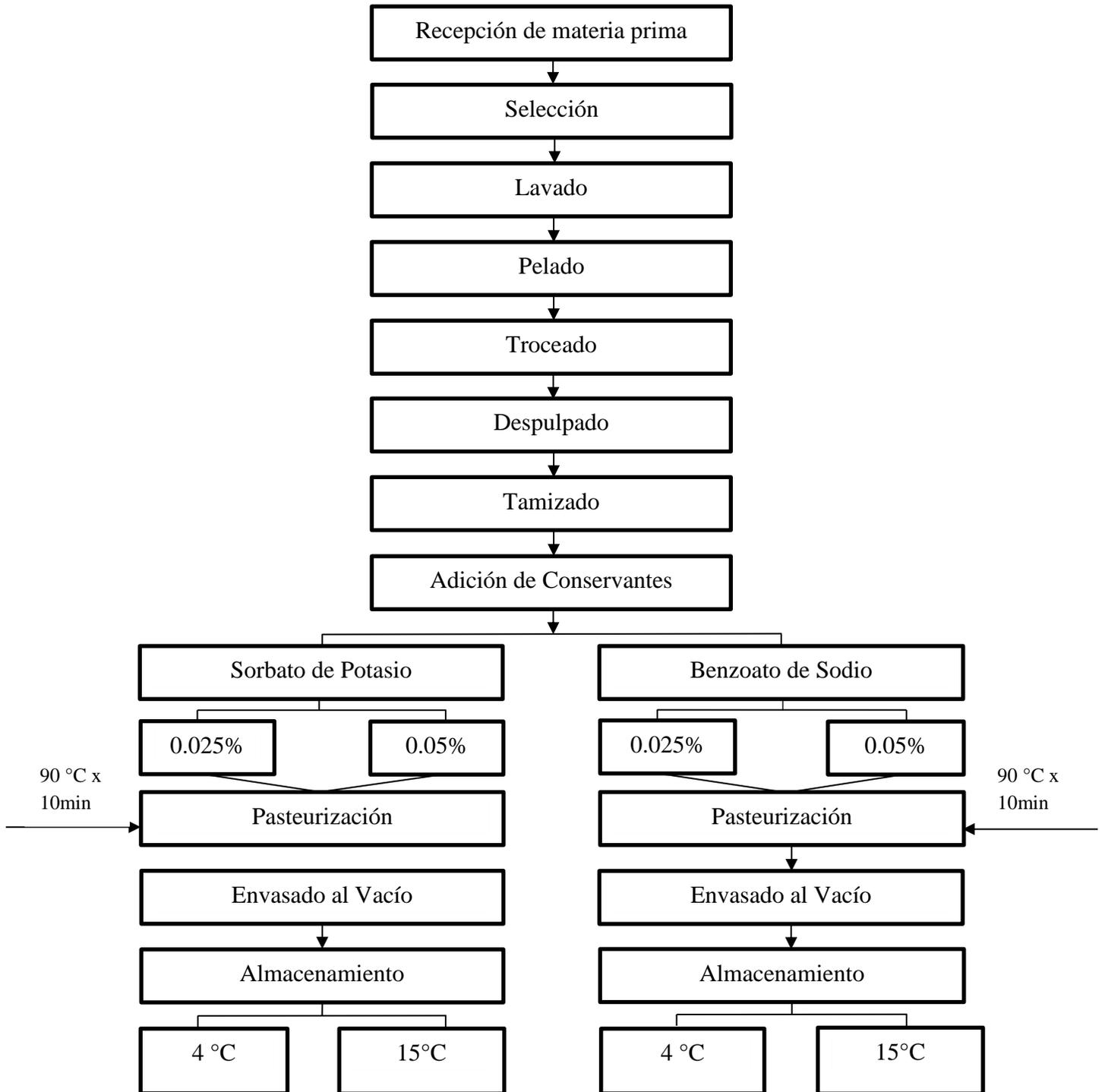


Figura4 Flujograma de procesos de la elaboración de Pulpa de Piña envasada al vacío

Fuente: Adaptada de Pardo Barbosa (2004).

3.4.2.1 Balance de materia prima

Tabla n° 4. Pesos de la materia prima (Recepción):

Piña	Peso por piña (Kg)
1	1.575
2	1.700
3	1.800
4	1.575
Total de peso (Kg)	6.650

Elaboración propia

Tabla n° 5. Peso de la piña sin merma (Pelado):

Proceso: PELADO		
Antes del pelado	Peso total (Kg)	6.650
Después del pelado	Peso de merma (Kg)	2.527
	Peso de la pulpa (Kg)	4.123

Elaboración propia

* En la merma se pesó: Cáscara de la piña, corazón de la piña, ojos de la piña y corona de hojas.

Tabla n° 6. Peso de la pulpa de piña (Licuado):

Proceso: LICUADO	
Peso Antes del licuado (Kg)	4.123
Peso después del licuado (Kg)	4.115

Elaboración propia

Tabla n° 7. Peso de la Pulpa después del Tamizado:

Proceso: Tamizado	
Peso antes del tamizado (Kg)	4.115
Peso después del tamizado (Kg)	3.800

Elaboración propia

Tabla n° 8. Peso de las muestras (Envasado):

Proceso: Envasado	
Peso antes del envasado (Kg)	3.800
Contenido de muestra (ml)	100
Peso por muestra (g)	110
Total de muestras (u)	30
Sobrante (g)	500

Elaboración propia

Por lo tanto:

- Total de pulpa de piña utilizada = 3300 g.

- Total de Pulpa sobrante = 500 g.

Rendimiento de la materia prima (piña)

Tabla n° 9. Rendimiento de la piña para la elaboración de pulpa de piña.

P.T Materia prima	P.T Pulpa de piña	Rendimiento	Total de muestras	Muestras por piña
6650 g.	3800 g.	57 %	34 u	8.5 u

Elaboración propia

Donde: P.T = Peso total

3.4.2.2 Cálculo de cantidad de conservante utilizado

Se dividió el total de la pulpa de piña elaborada (3800 g.) en 5 partes iguales teniendo un peso de 760 g cada parte y luego se obtuvo el porcentaje correspondiente de cada conservante con respecto a 760 g de la siguiente manera:

Tabla n° 10. Concentración de conservantes para cada tratamiento

Conservante	Concentración (%)
Benzoato de Sodio	0.025
	0.05
Sorbato de Potasio	0.025
	0.05

Elaboración propia

Para la concentración de 0.05%:

$$g \text{ de conservante} = 0.05\% \times \frac{760 \text{ g}}{100\%} = 0.38$$

Para la concentración de 0.025%:

$$g \text{ de conservante} = 0.025\% \times \frac{760 \text{ g}}{100\%} = 0.19$$

Por lo tanto:

- Benzoato de sodio 0.05% = 0.38 g
- Benzoato de sodio 0.025% = 0.19 g
- Sorbato de potasio 0.05% = 0.38g
- Sorbato de potasio 0.025% = 0.19g

Según el CODEX ALIMENTARIUS- Normas generales para los aditivos alimentarios, los límites máximos para el uso de Benzoatos y Sorbatos como conservantes en preparados a base de fruta, incluida la pulpa de fruta, (CODEX STAN/192-1995, 2019) son:

- a. Benzoatos: 1000mg/Kg
- b. Sorbatos: 1000 mg/Kg

Por lo tanto, las concentraciones de Benzoato de sodio y Sorbato de potasio utilizados en la pulpa de piña envasada al vacío elaborada en este proyecto de tesis está dentro de los límites permisibles y es aceptable.

3.4.3 Métodos de Análisis

3.4.3.1 Análisis fisicoquímico

- **Sólidos solubles (°Brix)**

Para medir la concentración de azúcar en la pulpa de piña utilizamos un Refractómetro.

Antes de utilizar el Refractómetro lo primero que se hizo es asegurar que esté calibrado, para ello colocamos unas gotas de agua destilada en el vidrio y cerramos la tapa teniendo en cuenta que no queden lugares vacíos ni burbujas de aire en la muestra, esperamos 30 segundos y luego sostuvimos el refractómetro apuntándolo hacia una fuente de luz y miramos por la lente, se pudo notar una parte azul y una blanca. La línea horizontal que forma la separación de ambos campos marcó 0° Brix.

Una vez que hemos calibrado, limpiamos la ventana y volvimos a realizar otra medición para asegurarnos que este calibrado. La calibración se realizó a temperatura ambiente.

Después de corroborar la calibración medimos los grados Brix de nuestra muestra de pulpa de piña colocando dos gotas en el vidrio y tapando, esperamos 30 segundos y proseguimos a la lectura.

- **Acidez (%ácido cítrico)**

Para medir el grado de acidez de nuestras muestras de pulpa de piña se utilizó el método de Titulación Ácido Base. El indicador que se utilizó en este proceso fue la Fenolftaleína la cual cambia de color a color fucsia cuando se haya llegado al punto de equivalencia. La sustancia base que se utilizó fue Hidróxido de sodio al 0.1 N.

Para realizar este procedimiento utilizamos una pipeta graduada de 5 ml y un vaso de precipitado –Beaker de 40 ml, vertimos 10 ml de nuestra muestra en el vaso Beaker y colocamos 2 gotas de Fenolftaleína agitamos con un agitador de metal seguidamente con ayuda de una pipeta dejamos caer gota por gota de nuestra solución base de hidróxido de sodio al 0.1 N al vaso Beaker que contenía la muestra, agitando continuamente, así hasta notar que la muestra se tornaba color fucsia. Cuando la muestra estuvo totalmente fucsia detuvimos el goteo y anotamos la cantidad de hidróxido de sodio al 0.1 N que se utilizó (Gasto).

- **pH.**

Para medir el pH de nuestras muestras de pulpa de piña utilizamos cintas medidoras de pH, estas cintas se sumergen en disoluciones químicas que le dan tonalidades y colores distintas al papel dependiendo del nivel de pH que éstas contengan. Las cintas de papel indicadoras de pH las usamos de la siguiente manera:

En un recipiente limpio colocamos dos gotas de nuestra muestra de pulpa de piña.

Sumergimos la cinta de pH en la muestra.

Esperamos 15 segundos y comparamos el color que obtuvo la cinta de pH con la escala de colores que mide el pH y que viene inscrita en la caja. De esta manera obtuvimos el nivel de pH de nuestra muestra.

3.4.3.2 Análisis Microbiológico

Recuento de coliformes totales y fecales y confirmación de *Escherichia Coli*.

a.1. Técnica del Número más probable. -La determinación del NMP de bacterias coliformes en una muestra se hizo a partir de la técnica de los tubos múltiples, en la cual volúmenes decrecientes de la muestra (diluciones decimales consecutivas) fueron inoculados en medio de cultivo adecuado.

La combinación de los resultados positivos y negativos fue usada en la determinación del NMP. El método constó en tres etapas: prueba presuntiva, prueba confirmativa y prueba complementaria.

Prueba presuntiva: Realizada las diluciones correspondientes de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y para cada dilución consistió en colocar volúmenes determinados de muestra (1 ml) en una serie de 3 tubos conteniendo caldo lactosado y fueron incubados a $34\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24-48 horas de baño

maría. En esta prueba presuntiva la actividad metabólica de las bacterias es estimulada vigorosamente y ocurre una selección inicial de organismos que fermentan la lactosa con producción de gas. La formación de gas a $34\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dentro de 24-48 horas, constituye una prueba presuntiva positiva para la presencia de bacterias del grupo coliformes totales.

Prueba confirmativa de *Coliformes fecales totales*: Consistió en transferir todos los tubos positivos de la prueba presuntiva a tubos conteniendo caldo verde brillante bilis 2% y fueron incubados durante 24-48 horas a $44^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Esta prueba reduce la posibilidad de resultados falsos gas-positivos que pueden ocurrir por la actividad metabólica de los organismos formadores pueden, individualmente producirlo a partir de la fermentación de la lactosa.

El caldo verde brillante bilis contiene agentes inhibidores que suprimen el desarrollo de todos los microorganismos no coliformes. La producción de gas a 44°C después de las 24-48 horas constituye una prueba confirmativa positiva de coliformes totales, después del periodo de incubación se consultó la tabla del NMP para conocer el número más probable de coliformes fecales totales/g de muestra.

En determinados casos de confirmación de coli fecal positivo de caldo verde brillante, se puede realizar utilizando caldo E. coli. (Es opcional).

Pruebas confirmativas de Coliformes Fecales: Consistió en transferir por inoculación en estrías, las bacterias a partir de tubos positivos de la prueba presuntiva, a tubos con caldo E. coli, se agitó suavemente para su homogenización, luego se incubó a 35°C por 24-48 horas, registró como positivos todos los tubos, donde se observó producción de gas después del periodo de incubación, posteriormente se consultó en la tabla del NMP para conocer el número más probable de coliformes fecales/g muestra.

Prueba complementaria para confirmar E. coli, se realizó la prueba del indol que consistió en transferir 2 o 3 asadas de los tubos positivos del caldo verde brillante o del caldo E. coli a tubos con caldo triptonado, luego se incubó a 35 °C +- 0.5°C durante 24 +- 2 horas posteriormente se confirmó con 0.5 ml de reactivo de Kovacs. Se consideró positivo si la coloración fue rojo y negativo si fue amarillo.

Recuento de Salmonella. - Se pesó 25 gramos de cada muestra y se homogenizaron en 225 ml de caldo BHI, el cual se incubó por 24 horas a 37°C. Luego se realizó el enriquecimiento selectivo en caldo selenito cistina y en caldo tetracionato e incubó ambas a 37 °C/24 hrs; después se procedió a sembrar en placa (Agar Salmonella-Shigella o (Agar Bismuto Sulfito)) e incubar a 37 °C/24-48 hrs.

- Agar Salmonella-Shigella (S.S). Colonias transparentes con centro negro.
- Agar Bismuto Sulfito (B.S). Colonias negras brillantes.

Para el recuento de las colonias se siguió la metodología establecida por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF).

3.5 Diseño Experimental

Se trabajó con la variedad de la piña Golden Sweet (MD2), la pulpa de piña se obtuvo siguiendo el flujograma descrito en la figura 3.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x2x2 correspondiente a los factores: temperatura de almacenamiento con dos niveles (4°C y 15°C), tipo de conservante con dos niveles (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio) y concentración de conservante (0.05% y 0.025%). La designación de los 8 tratamientos y sus respectivas descripciones son descritas en la

tabla 11. Adicional a ello se utilizó una muestra sin conservante como muestra testigo la cual almacenamos a una temperatura de 4°C y 15 °C.

Tabla n° 11. Denominación y descripción de los tratamientos evaluados

Denominación	Descripción
Tratamiento 1	Pulpa de piña sin conservante, envasada al vacío y almacenada a 4°C
Tratamiento 2	Pulpa de piña sin conservante, envasada al vacío y almacenada a 15°C
Tratamiento 3	Pulpa de piña con 0.025% de Sorbato de potasio, envasada al vacío y almacenada a 15°C
Tratamiento 4	Pulpa de piña con 0.025% de Sorbato de potasio, envasada al vacío y almacenada a 4°C
Tratamiento 5	Pulpa de piña con 0.05% de Sorbato de potasio, envasada al vacío y almacenada a 15°C
Tratamiento 6	Pulpa de piña con 0.05% de Sorbato de potasio, envasada al vacío y almacenada a 4°C
Tratamiento 7	Pulpa de piña con 0.025% de Benzoato de sodio, envasada al vacío y almacenada a 15°C
Tratamiento 8	Pulpa de piña con 0.025% de Benzoato de sodio, envasada al vacío y almacenada a 4°C
Tratamiento 9	Pulpa de piña con 0.05% de benzoato de sodio, envasada al vacío y almacenada a 15 °C
Tratamiento 10	Pulpa de piña con 0.05% de Benzoato de sodio, envasada al vacío y almacenada a 4°C

Elaboración propia

Cada 5 días se realizó el análisis fisicoquímico de cada muestra, empezando por 0 días hasta los 30 días dando un total de 7 evaluaciones.

Tabla n° 12. Diseño experimental

PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO									
Sorbato de potasio				Benzoato de sodio				Sin conservante	
Cc1		Cc2		Cc1		Cc2			
0.025%		0.05%		0.025%		0.05%			
4 °C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C

Elaboración propia

Donde:

Cc1= Concentración de conservante 1.

Cc2= Concentración de conservante 2.

Tabla n° 13. Total, muestras de pulpa de piña envasadas al vacío.

T. de Almacenamiento	Sorbato de potasio (0.025%)	Sorbato de potasio (0.05%)	Benzoato de Sodio (0.025%)	Benzoato de Sodio (0.05%)	Sin Conservante
4 °C	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
15 °C	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
TOTAL DE MUESTRAS					30 muestras

Elaboración propia

3.3.4 Método empleado para la determinación de la vida útil

La predicción de la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío se realizó mediante modelos matemáticos utilizando cinéticas de deterioro.

Según Labuza y Schmidl (1985), el final de la vida útil se puede determinar a través de un parámetro de calidad crítico denominado “Parámetro indicador”. En este caso utilizamos como parámetro indicador al °Brix, ya que fue el parámetro más afectado durante el almacenamiento.

Los datos obtenidos del parámetro indicador (°Brix), se ajustaron a la ecuación 1, que describe la evolución de este parámetro. Esta ecuación puede predecir su evolución en función del tiempo, mediante el uso de modelos cinéticos, que en este caso fue de orden cero (Villota et al., 1980; Labuza, 1982; Singh, 1994).

$$Q = Q_0 \pm kt \quad (1)$$

Donde Q es el parámetro (°Brix), Q_0 es Q en las condiciones iniciales, K es la constante de velocidad y t es el tiempo (días). A través de la ecuación de Arrhenius en su forma linealizada (2), es posible desarrollar un modelo cinético-matemático que describe la evolución del parámetro Q en función del tiempo de almacenamiento, a diferentes temperaturas (Lai y Heldman, 1982; Palazón y col., 2009).

$$K_T = K_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (2)$$

Donde K es la constante cinética de Arrhenius, k_0 es un factor pre exponencial, E_a es energía de activación ($J \text{ mol}^{-1}$), R es la constante de los gases ideales ($8.31447 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$) y T es temperatura (K).

3.3.5 Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el tiempo de experimentación fueron tabulados y analizados mediante el software MINITAB-18. Estos datos se reportaron como el promedio de las repeticiones. Para cada tratamiento se realizaron 3 réplicas por cada temperatura de almacenamiento.

Se obtuvo el análisis de varianza (ANOVA) para cada variable de respuesta y se empleó un nivel de significancia del 95%, para determinar si la temperatura de almacenamiento, los conservantes utilizados y las concentraciones de estos conservantes tienen efecto sobre la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío.

3.3.6 Definición operacional de Variables

a. Variable independiente:

- Temperatura (4°C y 15°C)

- Conservantes (Sorbato de Potasio y Benzoato de Sodio)
- Concentración de conservantes (0.025% y 0.05%)

b. Variable dependiente:

- Vida útil.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

De acuerdo con los resultados de análisis de datos fisicoquímicos, el parámetro de la pulpa de piña que más afectado se vio durante los días de almacenamiento (30), fueron los °Brix, los cuales disminuyeron de un °Brix inicial de 15 para todos los tratamientos hasta un °Brix final por debajo de los 11 que es el límite mínimo (NTE), con la excepción de las muestras con Benzoato de sodio (0.05% y 0.025%) almacenadas a 4°C. Por lo tanto, para determinar la vida útil de la pulpa de piña se utilizó este parámetro como “Parámetro indicador”.

4.1 Análisis fisicoquímico

Se hizo el análisis de los parámetros fisicoquímicos de todas las muestras de pulpa de piña envasada al vacío, considerando los siguientes: pH, °Brix y % de ácido cítrico. Durante un mes, con una frecuencia de 5 días. Los valores de estos parámetros en todas las muestras de estudio en el día 0 se encuentran dentro del rango óptimo (°Brix = 15, pH =4 y % de ácido cítrico = 0.35), según la NTE. Tabla 14.

Tabla n° 14. Sólidos solubles (°Brix), pH y Acidez (% de ácido cítrico) inicial de las muestras de pulpa de piña utilizadas para el estudio

	15°C					4°C				
	Sin conservante	Sorbato de potasio		Benzoato de sodio		Sin conservante	Sorbato de potasio		Benzoato de sodio	
		0.025 %	0.05 %	0.025 %	0.05 %		0.025 %	0.05 %	0.025 %	0.05 %
°Brix	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
pH	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
%ácido cítrico	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

Elaboración propia

4.1.1 Parámetro fisicoquímico de Sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos totales expresados en °Brix de la pulpa de piña por cada tratamiento, durante los 30 días de almacenamiento, se muestra en la tabla n° 14. Se observa que la pulpa de piña con 0.05% de Benzoato de sodio y almacenada a 15°C conservó por más tiempo los °Brix, llegando a 12 °Brix a los 30 días de almacenamiento, caso contrario con la pulpa de piña sin conservante y almacenada a temperatura de 15°C, llegando con 7 °Brix a los 30 días de almacenamiento.

Según el CODEX STAN 182-1993 para piña fresca, el contenido mínimo de sólidos solubles totales en la pulpa de la piña deberá ser, como mínimo, de 12°Brix y según la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 1836-2016) para pulpa de piña fresca los °Brix tienen un mínimo de 11. Tomando como referencia las NTE y comparando los datos experimentales de °Brix podemos ver que la pulpa de piña con conservante (Benzoato de sodio o Sorbato de potasio) son las que mantuvieron los °Brix hasta límites aceptables durante su tiempo de almacenamiento, llegando con 11 °Brix hasta los 20 días a diferencia de la muestra testigo que alcanzó límites mínimos de 11°Brix a los 10 días de almacenamiento. Podemos observar que las muestras con conservantes (Sorbato de potasio y Benzoato de sodio) disminuyeron su ° Brix de manera más lenta a comparación de la muestra testigo (sin conservante). Por lo que, podemos decir que los conservantes utilizados en este estudio tienen un efecto positivo sobre la pulpa de piña, manteniendo sus °Brix, hasta límites aceptables, por más tiempo.

Andaluz S., (2007) en su trabajo “efecto de las temperaturas del almacenamiento en el deterioro de la pulpa de piña (*Ananás comosus L*)”, encontró que los °Brix tienen tendencia a disminuir durante su almacenamiento y que de las tres temperaturas de almacenamiento (10°C, 15°, 20°C) utilizadas, a 10°C los °Brix disminuye más lento con respecto a las otras dos temperaturas (Andaluz Aillón, 2007). Esto coincide con los datos obtenidos en el trabajo de Morales et al.,

(2011), en donde encontró que los °Brix de la piña fresca almacenada a 20°C, disminuyen durante su almacenamiento, provocado por la senescencia del fruto, el cual presentó aromas extraños y cambios en el sabor de dulce a más ácido (Morales et al., 2001). En el caso de los °Brix de la pulpa de piña en estudio también disminuyeron durante su almacenamiento este comportamiento es típico de los frutos no climatéricos, ya que no maduran después de su recolección sino contrariamente empiezan el proceso de senescencia y posteriormente de pudrición del fruto (Kader, 1992). Esta disminución del contenido de °Brix por efecto de la temperatura podría deberse a un aumento en la actividad metabólica del fruto. Varios autores han correlacionado la disminución en el contenido de sólidos solubles totales con el decremento en el contenido de azúcares y un aumento en la actividad respiratoria por efecto de las altas temperaturas (Chan, 1979, Agar y col., 1999, Lamikanra y col., 2000, Ayala-Zavala y col., 2004). Los azúcares son utilizados en los procesos de respiración y esta podría ser la causa principal en el comportamiento observado en el producto almacenado a las diferentes temperaturas (4°C y 15°C).

Como podemos ver en la tabla n° 14, los °Brix a temperatura de 15°C fueron disminuyendo de manera más rápida que a 4°C, por ejemplo, las muestras con Benzoato de sodio al 0.025% llegaron a los 30 días de almacenamiento con un °Brix de 12 a 4°C a comparación de un °Brix de 10 a 15°C; y así sucede con todos los tratamientos. Por lo tanto, la temperatura ejerce efecto en la pulpa de piña, a menor temperatura los °Brix se conservarán por más tiempo. Según Muñoz, J (1985), la temperatura tiene una íntima relación con la intensidad respiratoria de los productos alimenticios de origen vegetal, a bajas temperaturas se reduce la intensidad respiratoria (Muñoz Delgado, 1985).

Tabla n° 15. Datos promedios del parámetro Físicoquímico Sólidos solubles (°Brix), obtenidos durante un mes de experimentación.

°Brix										
Días	Temperatura		Temperatura		Temperatura		Temperatura		Temperatura	
	4 °C	15°C	4°C	15°C	4 °C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C
	S.P 0.025%	S.P 0.025%	S.P 0.05%	S.P 0.05%	B.S 0.025%	B.S 0.025%	B.S 0.05%	B.S 0.05%	S.C	S.C
0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
5	14	13	15	14	15	15	15	15	13	13
10	13	12	14	13	14	14	14	13	12	11
15	13	11	13	11	13	13	14	13	10	10
20	11	10	13	11	13	12	13	12	10	9
25	11	10	12	10	12	10	13	11	9	8
30	10	9	11	10	12	10	12	11	9	7

Donde: S.P = Sorbato de Potasio, B.S = Benzoato de Sodio, S.C = Sin conservante.

Tabla n° 16. Análisis de Varianza para el parámetro físicoquímico sólidos solubles (°Brix)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	1	57.834	57.8344	34.69	0.000
Tipo de conservante	2	15.751	7.8754	4.72	0.012
Concentración de consérvate	1	1.801	1.8011	1.08	0.302
Temperatura*Tipo de conservante	2	3.743	1.8715	1.12	0.332
Temperatura*concentración de conservante	1	0.387	0.3868	0.23	0.632
Tipo de conservante*concentración de consérvate	2	2.795	1.3975	0.84	0.437
Temperatura*Tipo de conservante*concentración de conservante	2	0.438	0.2189	0.13	0.877
Error	72	110.032	1.6672		
Total	83	457.323			

R-cuadrada = 75.9 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 69.7 por ciento

Los resultados de la tabla 15, ANOVA para la variable grados Brix de la pulpa de piña, muestra una alta significancia estadística para los factores en estudio temperatura de almacenamiento y tipo

de conservante ya que el valor p es menor a 0.05, lo cual indica que estos factores producen efectos en la pulpa de piña, mientras que el factor concentración de conservante no produce efectos en los grados Brix de la pulpa de piña puesto que el valor de p es mayor de 0.05.

4.1.2 Parámetro Físicoquímico de Acidez (%ácido cítrico)

Como podemos observar en la tabla el % de acidez (%ácido cítrico) es el parámetro que con respecto al tiempo fue en aumento, sin embargo, hasta los 25 días de almacenamiento, todas las muestras, no sobrepasan los límites máximos de %acidez óptima (0.9) para una pulpa de piña de calidad según la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 1836-2016), a excepción de las muestras testigo (sin conservante).

Como podemos ver la pulpa de piña envasada al vacío sin conservante es la más afectada con respecto a este parámetro, puesto que, a los 30 días de almacenamiento, llegó con % de acidez más altos que las demás muestras. El efecto de los conservantes utilizados (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio) fue mantener por más tiempo los valores de acidez en la pulpa de piña, evitando que estos aumenten de forma rápida.

Este comportamiento concuerda con el estudio realizado por Morales et al., (2001) y también por el de Castro et al., (1993) en el cual encontraron que el % de acidez en la pulpa de piña de las variedades Cayena Lisa y Manzana, almacenadas a 27 °C y 20°C aumentó durante el tiempo de almacenamiento. Notándose que, a temperaturas más altas de almacenamiento el % de acidez aumenta. De igual manera en el trabajo realizado por Andaluz, A (2007), en el cual utilizó tres temperaturas de almacenamiento (10 °C, 15°C y 20°C). Notándose que a medida que transcurre el tiempo el % de acidez aumenta, pero de las tres temperaturas de almacenamiento el % de acidez en la pulpa de piña, aumento más a 20°C. El efecto de la temperatura en la pulpa de piña con

respecto al % de acidez es disminuir la velocidad de aumento de este parámetro, durante el tiempo de almacenamiento.

Tabla n° 17. Datos promedios del parámetro Físicoquímico de Acidez (%ácido cítrico), obtenidos durante un mes de experimentación

% Ácido Cítrico										
Días	Temperatura		Temperatura		Temperatura		Temperatura		Temperatura	
	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C
	S.P 0.025%	S.P 0.025%	S.P 0.05%	S.P 0.05%	B.S 0.025%	B.S 0.025%	B.S 0.05%	B.S 0.05%	S.C	S.C
0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
5	0.45	0.51	0.45	0.51	0.45	0.48	0.40	0.45	0.55	0.60
10	0.54	0.60	0.50	0.58	0.58	0.64	0.51	0.54	0.67	0.70
15	0.60	0.67	0.64	0.70	0.64	0.70	0.58	0.60	0.72	0.77
20	0.67	0.80	0.70	0.75	0.70	0.77	0.64	0.67	0.77	0.84
25	0.84	0.90	0.77	0.80	0.80	0.89	0.70	0.84	0.90	1.02
30	0.92	1.10	0.82	0.94	0.89	1.02	0.75	0.92	1.10	1.20

Donde: S.P = Sorbato de Potasio, B.S = Benzoato de Sodio, S.C = Sin conservante

Los resultados de la tabla 16, ANOVA de la variable % de Acidez de la pulpa de piña, muestra una alta significancia estadística para los factores en estudio: Temperatura de almacenamiento y tipo de conservante, puesto que el valor p es menor a 0.05, lo cual indica que estos factores producen efectos en la pulpa de piña, mientras que el factor concentración de conservante y las interacciones de los factores en estudio no producen efectos en las muestras porque el valor de p es mayor a 0.05.

Este parámetro se mantuvo en valores adecuados (0.9 % de ácido cítrico como máximo), hasta los 25 días de almacenamiento, por lo que no es el parámetro de calidad más sensible de la pulpa de piña.

Tabla n° 18. Análisis de Varianza para el parámetro fisicoquímico de Acidez (%ácido cítrico)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	1	0.15773	0.157733	58.75	0.000
Tipo de conservante	2	0.02957	0.014787	5.51	0.006
Concentración de conservante	1	0.00190	0.001905	0.71	0.403
Temperatura*Tipo de conservante	2	0.01072	0.005358	2.00	0.144
Temperatura*concentración de conservante	1	0.00093	0.000933	0.35	0.557
Tipo de conservante*concentración de conservante	2	0.00782	0.003908	1.46	0.241
Temperatura*Tipo de conservante*concentración de conservante	2	0.00305	0.001523	0.57	0.570
Error	72	0.17719	0.002685		
Total	83	2.64210			

R-cuadrada = 93.3 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 89.1 por ciento

4.1.3 Parámetro Fisicoquímico de pH

De acuerdo con Montero-Calderón (2010) citado por Pérez, (2016), los valores de pH de la pulpa de la piña de variedad MD-2, pueden estar entre 3,41 – 3,58 (Franco Castillo, 2017); niveles que, como podemos observar en la tabla n° 18, se mantienen en casi todas las muestras hasta los 25 días a excepción de las muestras testigo (sin conservante). Por lo que éste parámetro no será utilizado para determinar la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío.

En el estudio realizado por Castro et al., (1993) encontró que el comportamiento del pH fue inverso al % de acidez (ácido cítrico); es decir que, cuando los valores de pH son menores los valores de acidez en la pulpa es mayor. El comportamiento de estos parámetros (pH y % de acidez) se ajustó a lo expuesto por Bartholomew y Paull (1986) y Seymour et al. (1993), quienes sostienen que el pH declina en el fruto y el % de acidez aumenta a medida que se acerca al estado de madurez

total y a su posterior senescencia. Esto coincide con los datos encontrados durante el tiempo de experimentación, como podemos ver en la tabla n° 16 y la tabla n° 18, el % de acidez de la pulpa de piña aumento y el pH disminuyó.

Tabla n° 19. Datos promedios del parámetro Físicoquímico de pH, obtenidos durante un mes de experimentación.

pH										
Días	Temperatura		Temperatura		Temperatura		Temperatura		Temperatura	
	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C	4°C	15°C
	S.P 0.025%	S.P 0.025%	S.P 0.05%	S.P 0.05%	B.S 0.025%	B.S 0.025%	B.S 0.05%	B.S 0.05%	S.C	S.C
0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
20	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3
25	3	3	4	3	3	3	4	4	3	2
30	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2

Dónde: S.P = Sorbato de Potasio, B.S = Benzoato de Sodio, S.C = Sin conservante.

Los resultados de varianza (ANOVA) en la tabla n° 19, muestra una alta significación estadística para los factores en estudio temperatura de almacenamiento, tipo de conservante y concentración de conservante puesto que el valor de significancia (Valor p) es menor a 0.05, lo cual indica que estos factores producen efectos en el pH de la pulpa de piña, sin embargo las interacciones de estos factores no influyen ya que el Valor p es mayor de 0.05; es decir no producen efectos, no actúan conjuntamente y se afirma que las variables no están asociadas o correlacionadas.

Tabla n° 20. Análisis de Varianza el parámetro fisicoquímico pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	1	2.8233	2.82333	13.57	0.000
Tipo de conservante	2	1.4702	0.73512	3.53	0.035
Concentración de conservante	1	1.8305	1.83048	8.80	0.004
Temperatura*Tipo de conservante	2	0.1131	0.05655	0.27	0.763
Temperatura*concentración de conservante	1	0.2305	0.23048	1.11	0.296
Tipo de conservante*concentración de conservante	2	0.2202	0.11012	0.53	0.592
Temperatura*Tipo de conservante*concentración de conservante	2	0.2917	0.14583	0.70	0.500
Error	72	13.7355	0.20811		
Total	83	31.8824			

R-cuadrada = 56.9 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 45. 8 por ciento

4.2 Determinación de la vida útil de pulpa de piña envasada al vacío

El parámetro indicador para determinar la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío fue los °Brix. El modelo de degradación cinética utilizado para predecir la pérdida de °Brix en la pulpa de piña envasada al vacío fue descrito por Fu y Labuza (1997).

$$-\frac{dQ}{dt} = kQ^n \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde Q es el atributo de calidad (°Brix), t es tiempo (días), n es orden de reacción y k es constante aparente de reacción. El signo (-) hace referencia al atributo cuyo valor disminuye con el tiempo. Se evaluó un tipo de cinética, que fue de orden cero, para lo cual se consideró a n=0. Se obtuvieron las expresiones correspondientes para la cinética de orden cero (Ec. 2), donde Q_0 es valor inicial del atributo de calidad ($Brix_0$), Q el valor del atributo en el tiempo t ($Brix_t$), k es la constante aparente de reacción y t es tiempo.

$$Q = Q_0 \pm kt \quad \text{Ec. (2)}$$

Con base en lo anterior, la cinética de cambio para el atributo °Brix, se determinó mediante el ajuste de los datos experimentales al modelo de orden cero, mediante el procedimiento de regresión lineal, por medio de gráficos elaborados en office Microsoft Excel 2016. Dibujando la línea de tendencia de los gráficos 1 y 2, en office Excel 2016, obtuvimos los siguientes gráficos:

a. Para temperatura de refrigeración (4°C)

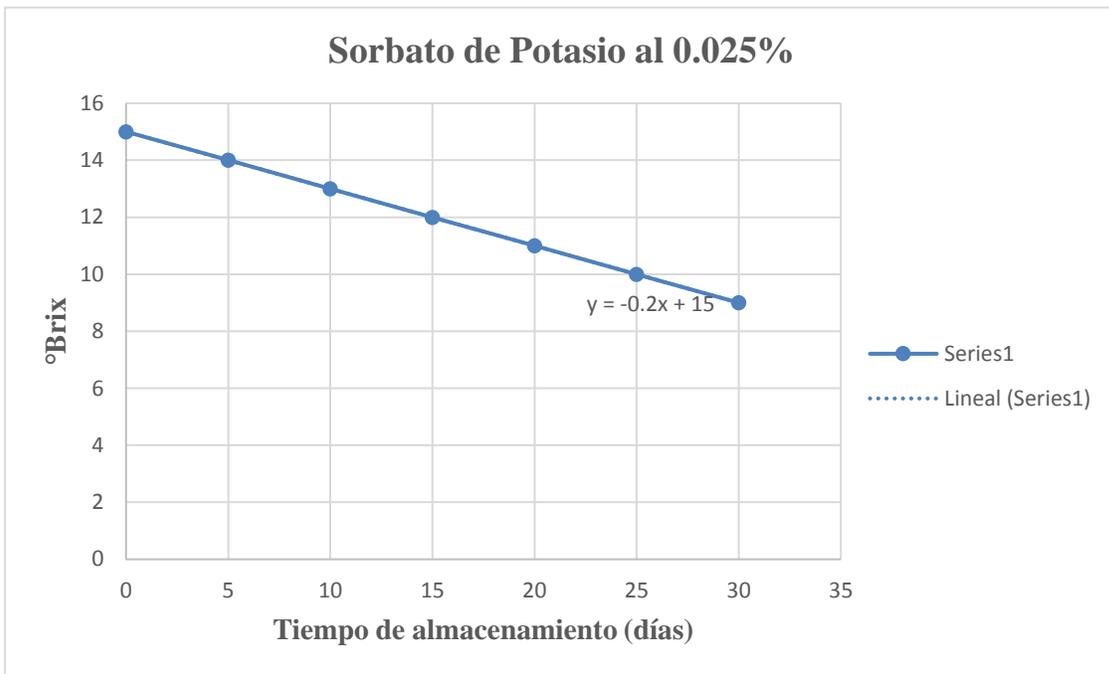


Figura5 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Sorbato de potasio al 0.025%

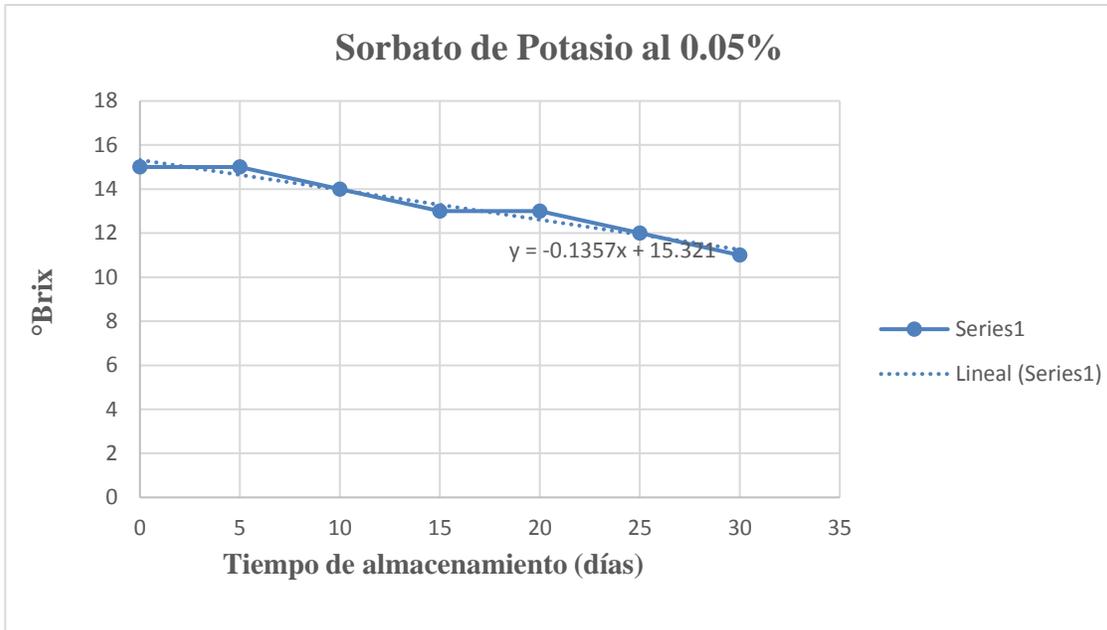


Figura6 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Sorbato de potasio al 0.05%

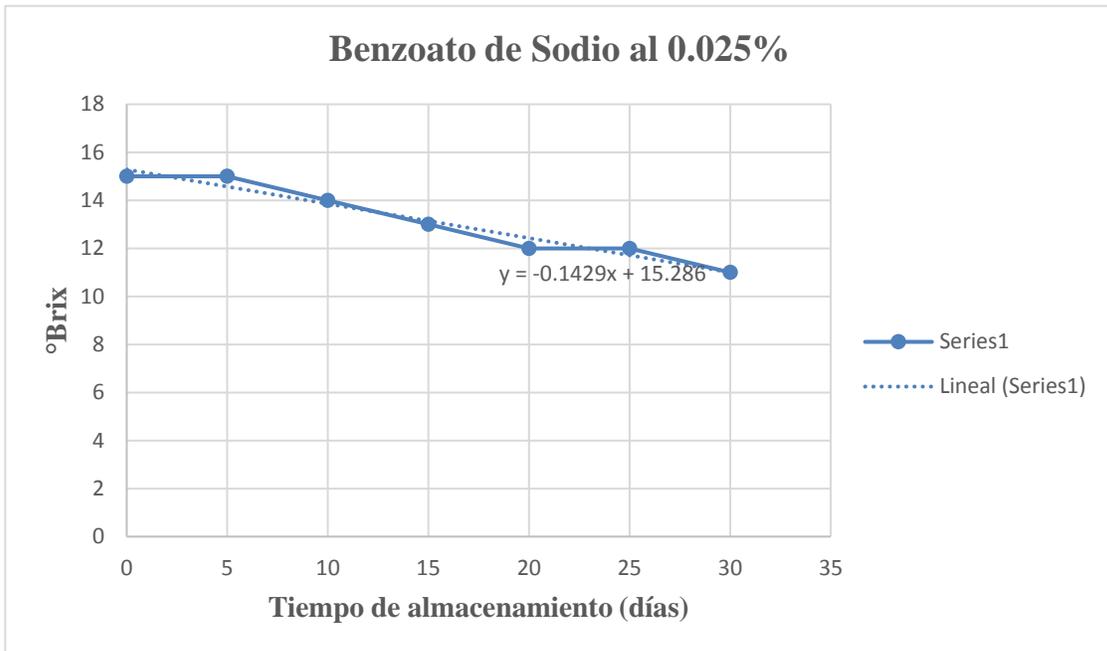


Figura7 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Benzoato de sodio al 0.025%

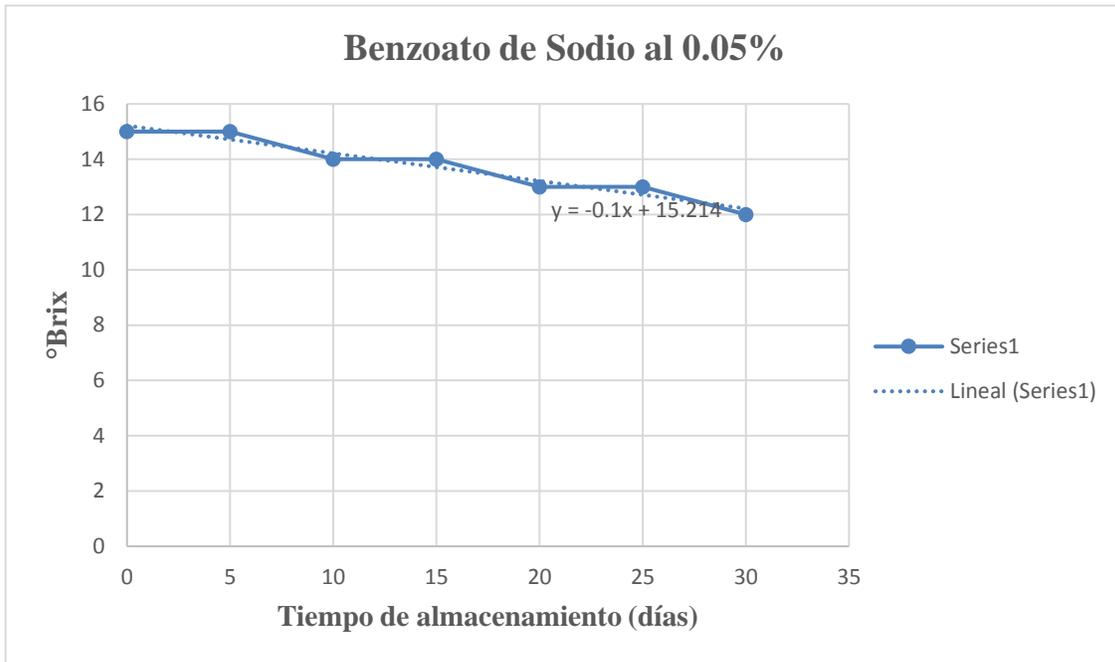


Figura8 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Benzoato de sodio al 0.05%

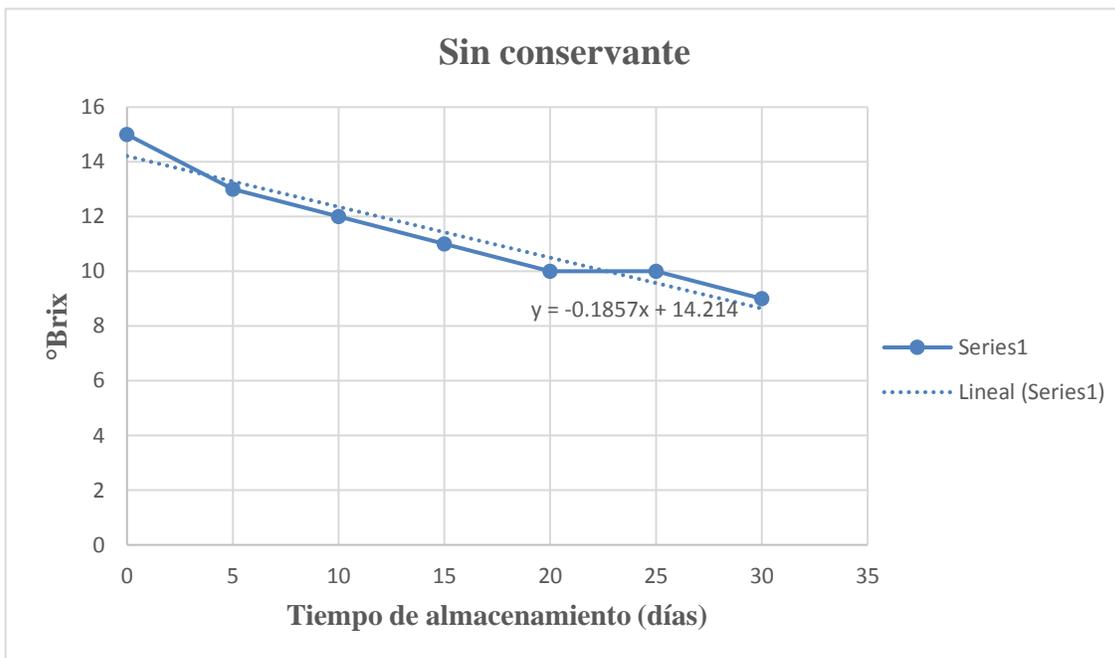


Figura9 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para muestra sin conservante

b. Para temperatura ambiente (15°C)

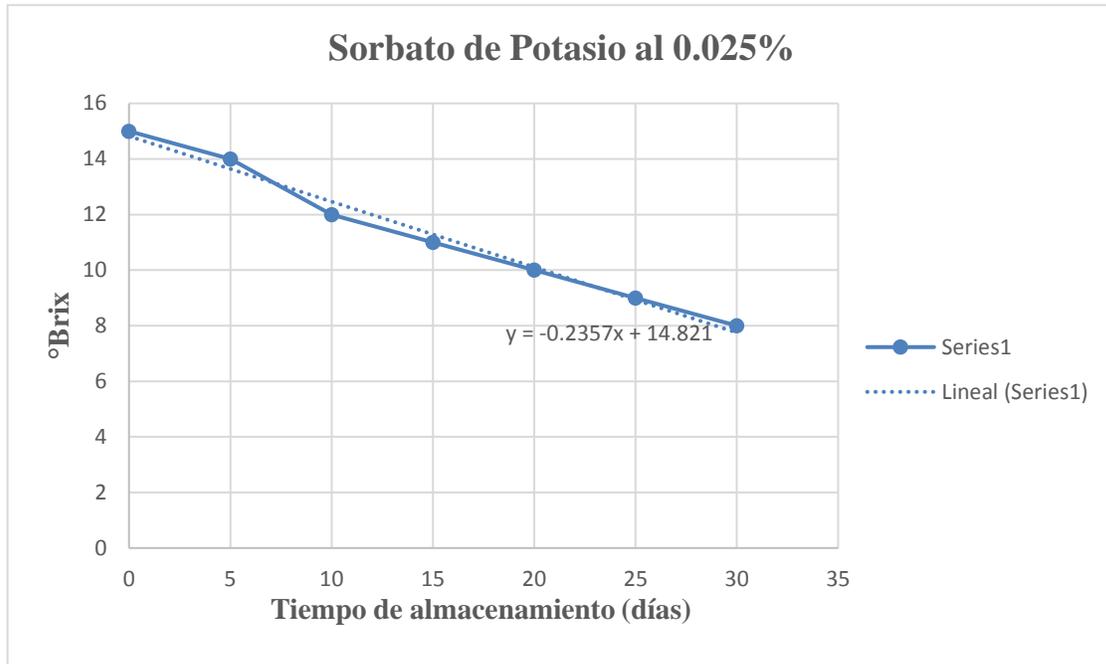


Figura10 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Sorbato de potasio al 0.025%

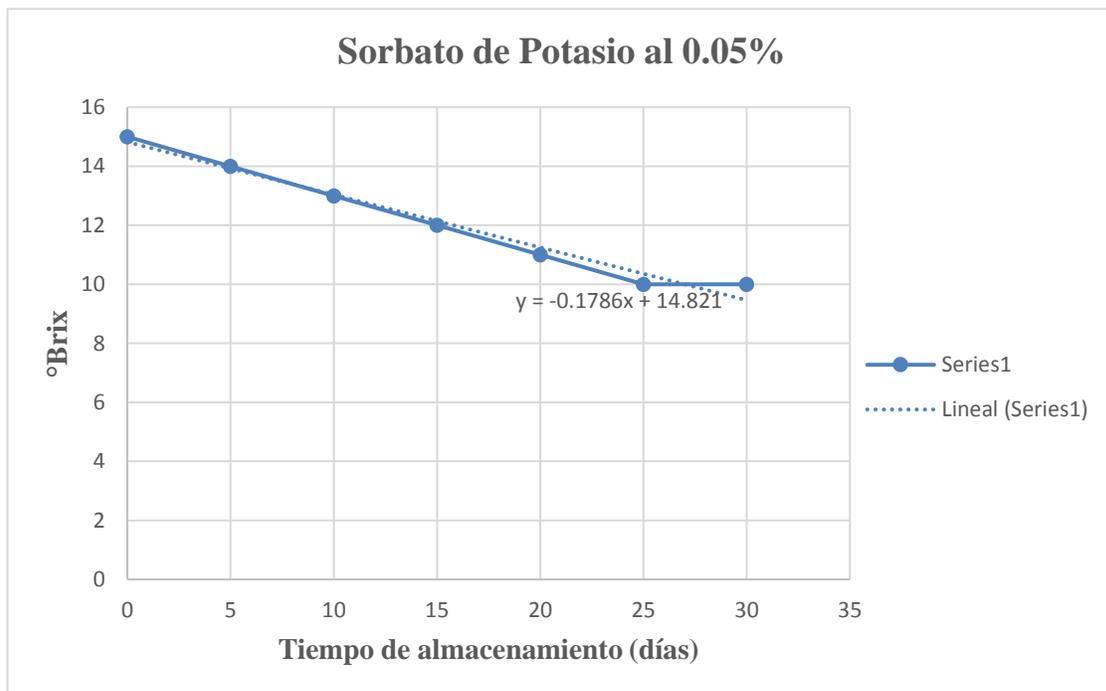


Figura11 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Sorbato de potasio al 0.05%

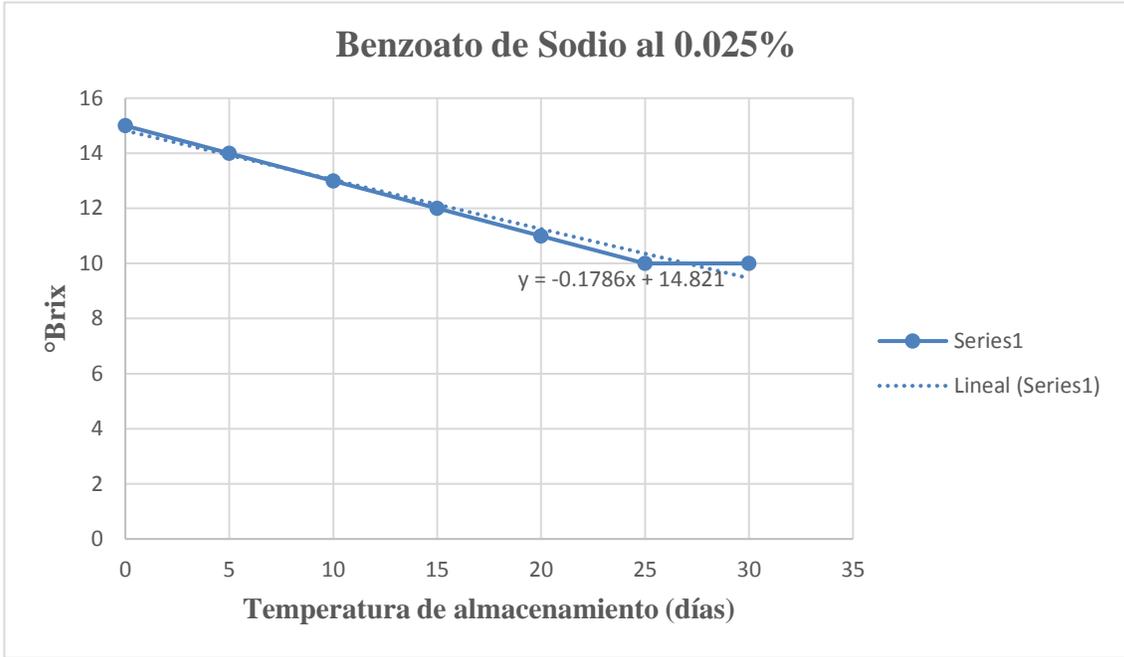


Figura12 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Benzoato de sodio al 0.025%

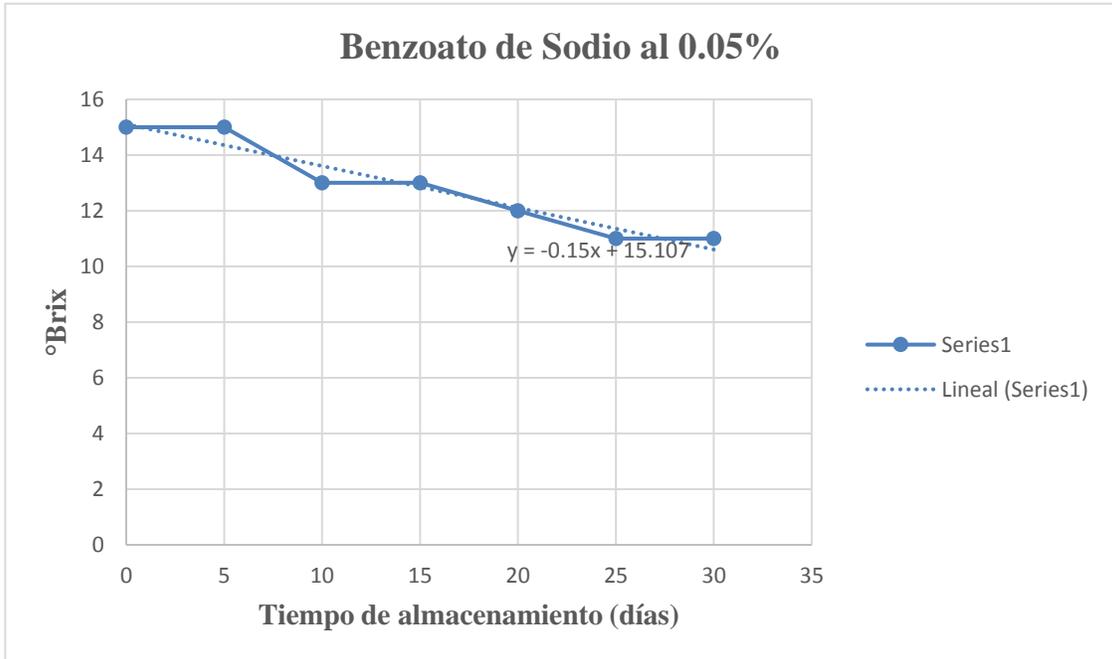


Figura13 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para Benzoato de sodio al 0.05%

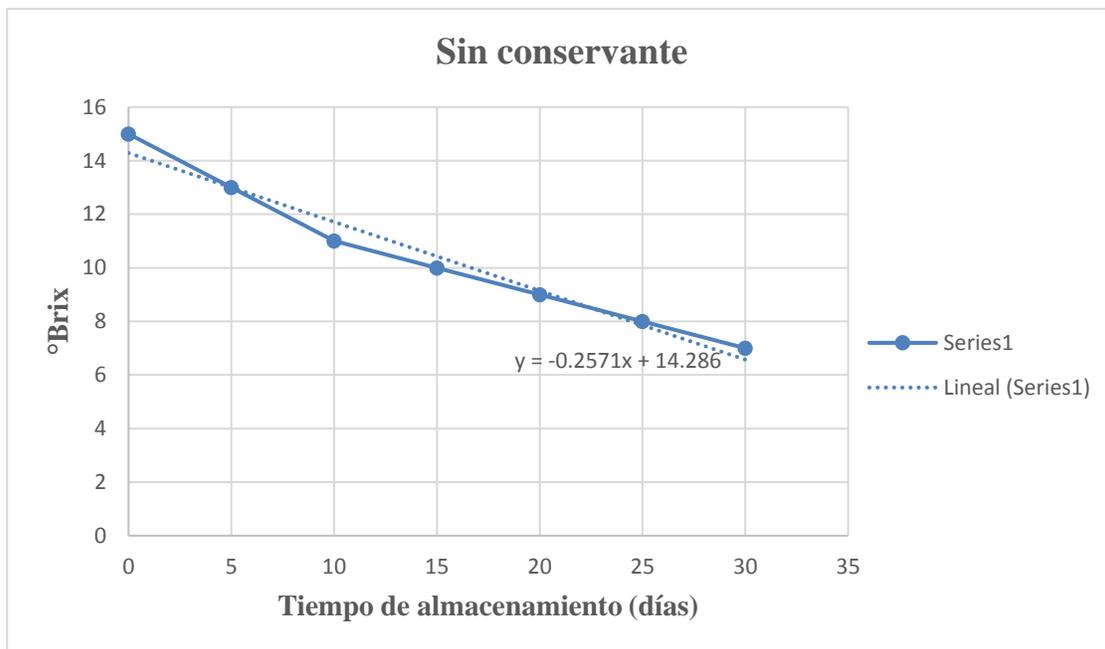


Figura14 Tiempo de almacenamiento (días) vs Sólidos solubles (°Brix) para muestra sin conservante

De las gráficas obtuvimos las siguientes funciones:

Tabla n° 21. Funciones lineales de la pulpa de piña envasada al vacío con cada uno de sus tratamientos.

Pulpa de piña envasada al vacío	Función
Sorbato de Potasio 0.025% - 4 °C	$y = - 0.2x + 15$
Sorbato de Potasio 0.05% - 4°C	$y = - 0.1357x + 15.321$
Benzoato de Sodio 0.025% - 4°C	$y = - 0.1429x + 15.286$
Benzoato de Sodio 0.05% - 4°C	$y = -0.1x + 15.214$
Sin conservante – 4°C	$y = -0.1857x + 14.214$
Sorbato de Potasio 0.025% - 15 °C	$y = -0.2357x + 14.821$
Sorbato de Potasio 0.05% - 15 °C	$y = - 0.1786x + 14.821$
Benzoato de Sodio 0.025% - 15°C	$y = - 0.1786x + 14.821$
Benzoato de Sodio 0.05% - 15°C	$y = - 0.15x + 15.107$
Sin conservante – 15°C	$y = - 0.257x + 14.286$

Elaboración propia

Para la vida útil con respecto al atributo de calidad en cuestión (°Brix), las cinéticas de cambio de orden cero se estimó mediante la Ec. (3). (Salinas-Hernández et al 2009).

$$t_s = \frac{Q_0 - Q_e}{k} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde t_s es el tiempo (días) de vida útil de la piña envasada al vacío de cada tratamiento, Q_0 es el valor inicial del atributo de calidad (°Brix), Q_e es el valor límite del atributo en este caso es 11 °Brix y k es la constante aparente de reacción.

Con las funciones obtenidas de las gráficas y descritas en la tabla, reemplazamos valores y determinamos t_s (vida útil en días), para cada tratamiento.

Tabla n° 22. Vida útil para la pulpa de piña envasada al vacío con cada tratamiento

Pulpa de piña envasada al vacío	Vida útil (días)
Benzoato de sodio 0.05% ... 4°C	42
Sorbato de potasio 0.05% ... 4°C	32
Benzoato de sodio 0.025% ... 4°C	30
Benzoato de sodio 0.05% ... 15°C	27
Benzoato de sodio 0.025% ... 15°C	21
Sorbato de potasio 0.05% ... 15°C	21
Sorbato de potasio 0.025% ... 4°C	20
Sin conservante ... 4°C	17
Sorbato de potasio 0.025% ... 15°C	16
Sin conservante ... 15°C	13

Elaboración propia

Como podemos ver en la tabla n° 22, la pulpa de piña envasada al vacío con Benzoato de sodio al 0.05% y almacenada a una temperatura de 4°C es la que se conserva por más tiempo, Teniendo una vida útil de 42 días.

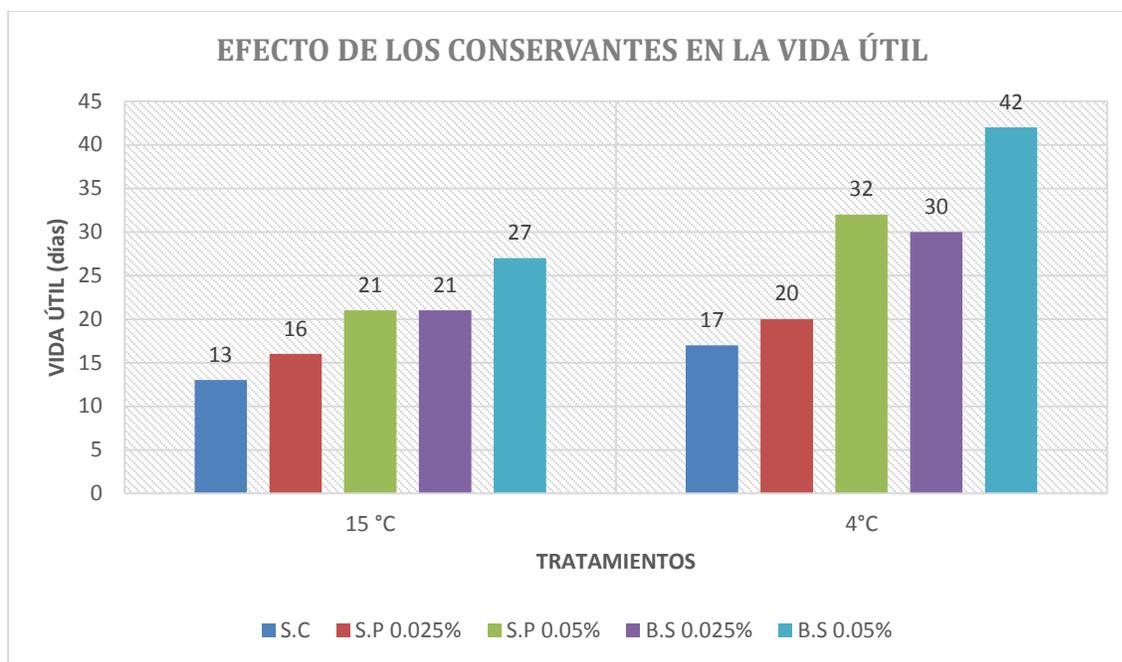


Figura15 Efecto de los conservantes en la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío.

S.C=Sin conservante, S.P = Sorbato de potasio, B. S= Benzoato de sodio.

El efecto que tuvo los conservantes utilizados en la pulpa de piña envasada al vacío fue de alargar la vida útil de esta. Ya que con las muestras testigo podemos observar que, la muestra sin conservante duro solo 13 días a comparación de las muestras con Benzoato de Sodio y Sorbato de potasio al 0.05%, las cuales tuvieron una vida útil de 27 y 21 días respectivamente, almacenadas bajo las mismas condiciones (15°C). De igual manera con la otra concentración (0.025%) y temperatura de almacenamiento (4°C), comparando con la muestra testigo podemos notar diferencias en el tiempo de vida útil, siendo las muestras con conservante, las que tuvieron una vida útil más larga.

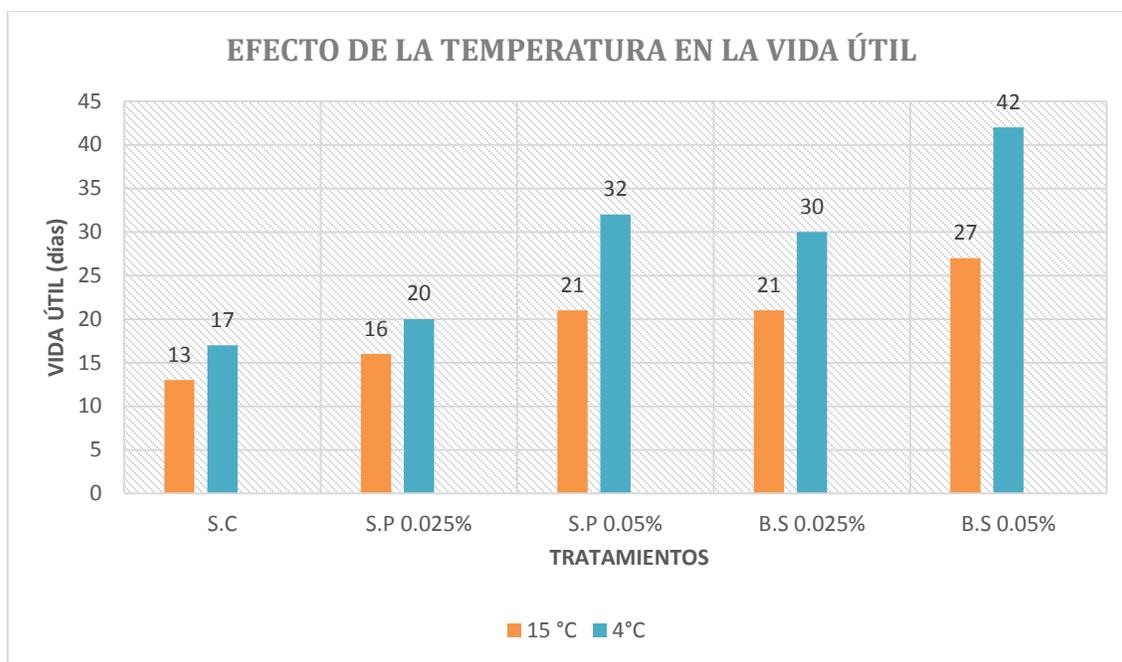


Figura16 Efecto de la temperatura en la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío
S.C = Sin conservante, S. P= Sorbato de potasio, B. S= Benzoato de Sodio.

Como podemos ver en la figura 16, el efecto de la temperatura de almacenamiento (4°C y 15°C) en la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío es notoria, puesto que las muestras almacenadas a 4°C tuvieron una vida útil más larga que las muestras almacenadas a 15°C.

4.3 Efecto de la temperatura de almacenamiento (4°C y 15°C)

Para describir la dependencia de la constante aparente de velocidad de cambio, respecto a la temperatura, se utilizó la ecuación de Arrhenius en su forma linealizada (Ec. 4), donde k es la constante aparente de reacción, E_a es la energía de activación ($Jmol^{-1}$), R es la constante de los gases ideales ($8.31447 JK^{-1}mol^{-1}$), T es temperatura (K) y K_0 es el factor pre-exponencial.

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln K_0 \quad \text{Ec. (4)}$$

Para obtener el valor estimado de la energía de activación (E_a) para el atributo °Brix, se aplicó el procedimiento de regresión lineal, esta vez a los valores de la constante aparente de reacción obtenidos a dos diferentes temperaturas evaluadas en el experimento (4°C y 15 °C). Se obtuvo los \ln de k y se graficó con respecto a la temperatura (K). Teniendo como eje $x = \frac{1}{T}$ (K) y como eje $y = \ln k$.

Las gráficas se elaboraron para cada tratamiento y se obtuvo una función lineal de la forma:

$$y = mx + n \quad \text{Ec. (5)}$$

Reemplazamos valores de la Ec. (4) en la Ec. (5) y obtuvimos lo siguiente: $y = \ln k$, $m =$ pendiente de la función $= \frac{-E_a}{R}$, $x = \frac{1}{T}$ y $n = \ln K_0$. Logrando obtener así E_a y K_0 , valores con los cuales podríamos determinar la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío a cualquier temperatura de almacenamiento, utilizando la ecuación del modelo de Arrhenius.

Tabla n° 23. Valores de los logaritmos naturales de la constante aparente de reacción ($\ln k$) para cada tratamiento de la pulpa de piña envasada al vacío.

Pulpa de piña envasada al vacío	Constante aparente de reacción (k)	$\ln k$
Sorbato de potasio al 0.025% - 4°C	0.2	-1.6094
Sorbato de potasio al 0.05% - 4°C	0.1357	-1.9973
Benzoato de sodio al 0.025% - 4°C	0.1429	-1.9456
Benzoato de sodio al 0.05% - 4°C	0.1	-2.3026
Sin conservante – 4°C	0.1857	-1.6836
Sorbato de potasio al 0.025% - 15°C	0.2357	-1.4452
Sorbato de potasio al 0.05% - 15 °C	0.1786	-1.7226
Benzoato de sodio al 0.025% - 15°C	0.1786	-1.7226
Benzoato de sodio al 0.05% - 15°C	0.15	-1.8971
Sin conservante – 15°C	0.257	-1.3586

Elaboración propia

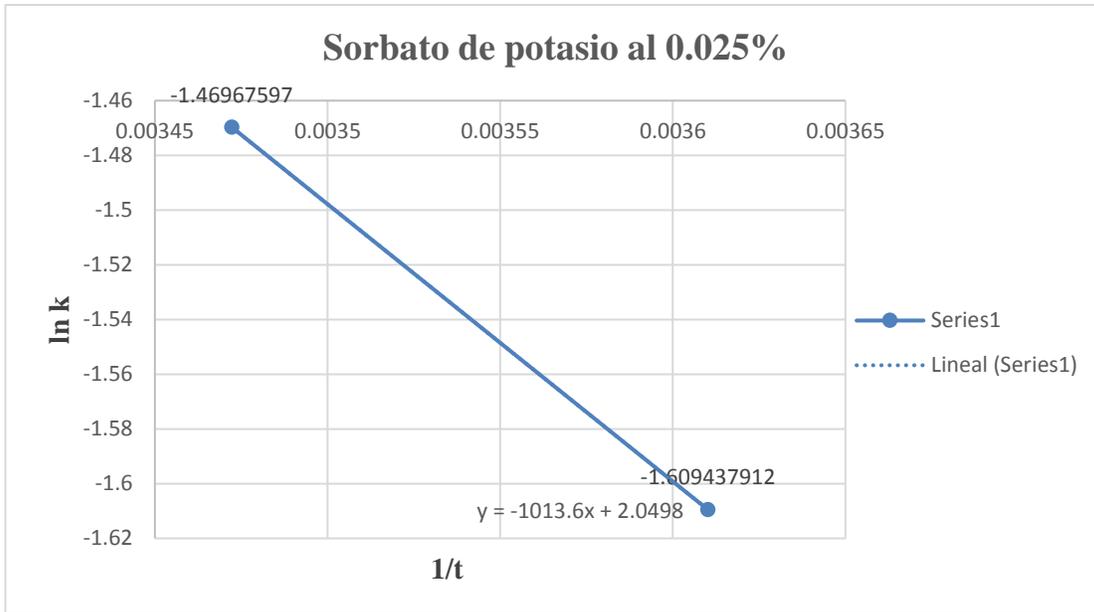


Figura17 1/temperatura (K) vs ln k para Sorbato de potasio al 0.025%

Función ----- $y = -1013.6x + 2.0498$

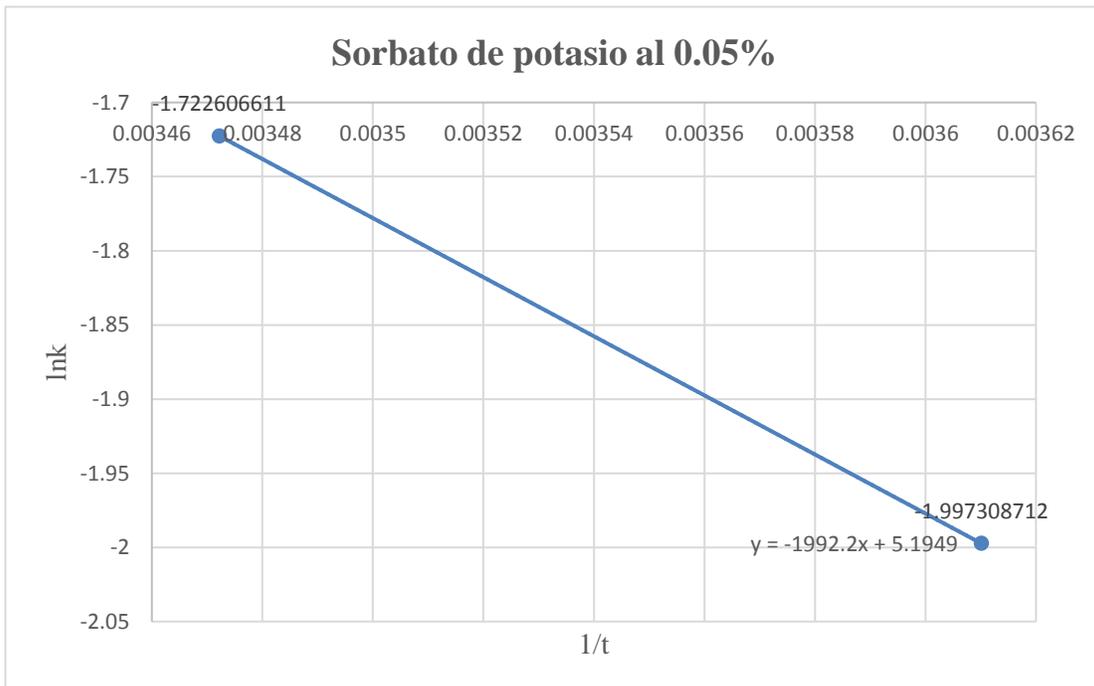


Figura18 1/temperatura (K) vs ln k para Sorbato de potasio al 0.05%

Función ----- $y = -1992.2x + 5.1949$

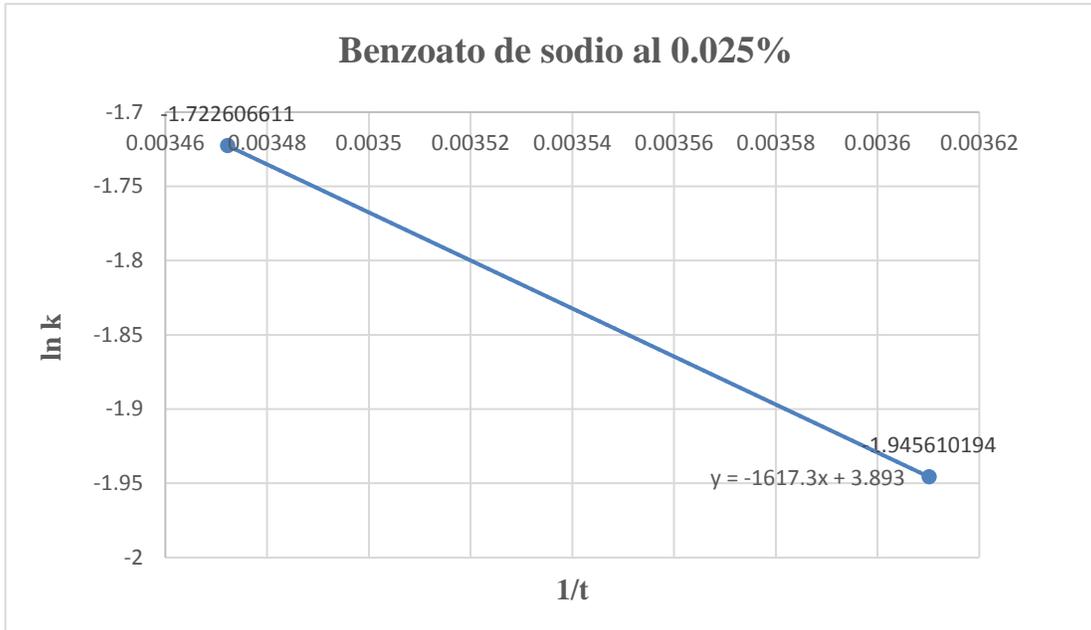


Figura19 1/temperatura (K) vs ln k para Benzoato de sodio al 0.025%

Función ----- $y = -1617.3x + 3.893$

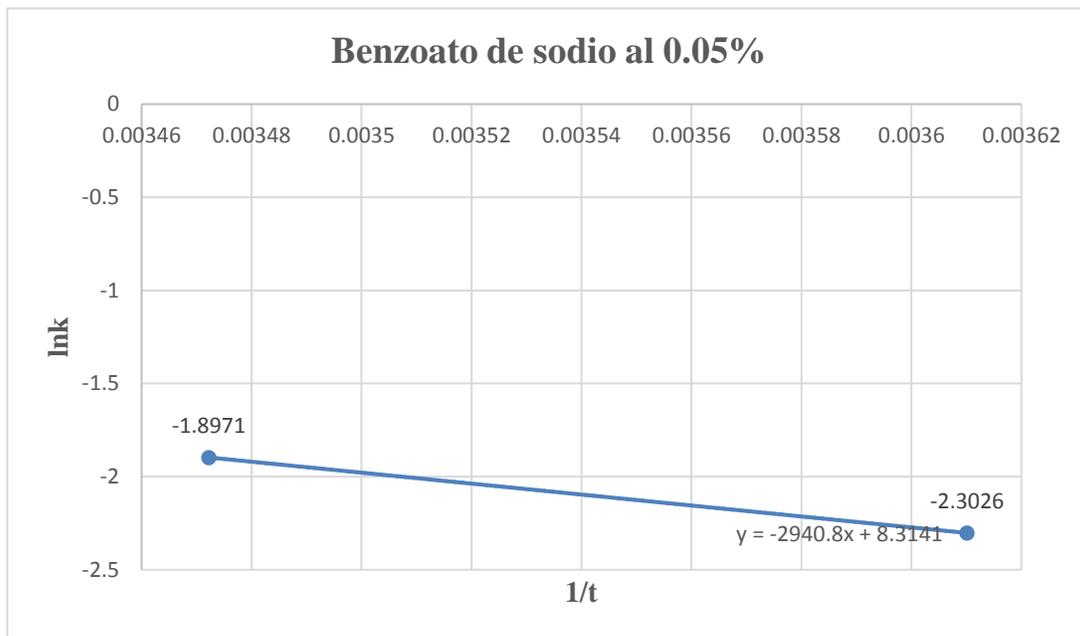


Figura20 1/temperatura (K) vs ln k para Benzoato de sodio al 0.05%

Función ----- $y = -2940.8x + 8.3141$

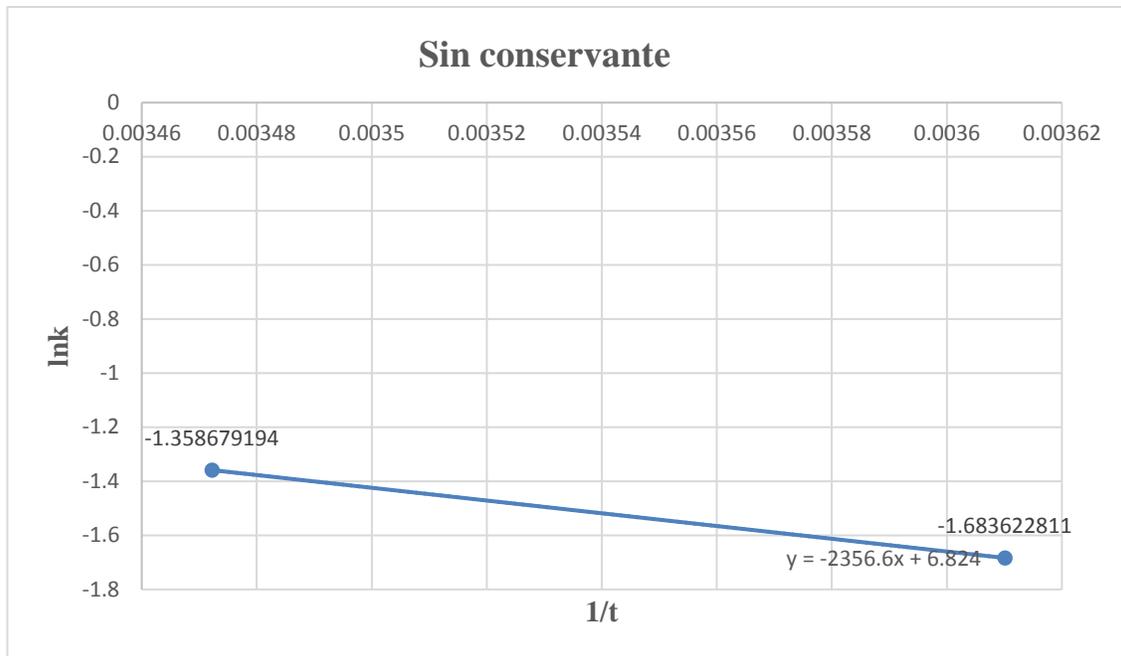


Figura21 1/temperatura (K) vs ln k para la muestra sin conservante

Función ----- $y = -2356.6x + 6.824$

Tabla n° 24. Energía de activación (E_a) de la pulpa de piña envasada al vacío almacenada a dos diferentes temperaturas (4°C y 15°C).

Pulpa de piña envasada al vacío	(E_a) (J/mol-K)
Sorbato de potasio al 0.025%	8427.10722
Sorbato de potasio al 0.05%	16563.4795
Benzoato de sodio al 0.025%	13446.2578
Benzoato de sodio al 0.05%	24450.4636
Sin conservante	19592.8495

Elaboración propia

A menor energía de activación (E_a) las reacciones de deterioro ocurrirán a una velocidad más acelerada (Salinas-Hernández et al 2009). En la tabla n° 23 podemos notar que el Benzoato de sodio a una concentración de 0.05% tiene una (E_a) superior a la de las demás muestras por lo que

sería el conservante y la concentración adecuada para mantener la vida útil de piña envasada al vacío por más tiempo.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones:

- Las temperaturas de almacenamiento (4°C y 15°C) y los dos tipos de conservantes (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio) utilizados en la pulpa de piña envasada al vacío, sí tuvieron un efecto en la vida útil de esta. Siendo las muestras almacenadas a 4°C y con conservante las que tuvieron una vida útil más larga.
- El mejor conservante para alargar la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío fue el Benzoato de Sodio a una concentración de 0.05%. Esto se debe a que el Benzoato de Sodio es una sal que no solo ayuda a controlar hongos, levaduras y bacterias, sino que también retarda los procesos de fermentación, controlando la acidificación en la pulpa de piña envasada al vacío.
- La mejor temperatura de almacenamiento para la pulpa de piña envasada al vacío es la temperatura de refrigeración (4°C). A menor temperatura de almacenamiento, la actividad respiratoria se vuelve más lenta, evitando que la pulpa se deteriore de forma rápida.

5.2 Recomendaciones:

- Realizar estudios utilizando diferentes empaques para determinar si este también influye en la prolongación de la vida útil de pulpa de piña envasada al vacío.
- Realizar un análisis microbiológico incluyendo levaduras ya que la pulpa de piña envasada al vacío al final del periodo de estudio presentó una acidificación y posterior fermentación.

CAPITULO VI

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRARIAS, M. (2022). Crecen las exportaciones de piña fresca de Perú | Revista Piña de Costa Rica. <https://www.pinadecostarica.com/2022/05/crecen-las-exportaciones-de-pina-fresca-de-peru>.

Agar, I.T., Massantini, R., Hess-Pierce, B. y Kader, A.A. 1999. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *J. Food Sci.* 64 (3): 433-440.

Andaluz Aillón, S. de L. (2007). Efecto de las temperaturas del almacenamiento en el deterioro de la pulpa de piña (*Ananas comosus* L.).

Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. y González-Aguilar, G.A. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Lebensm.-Wiss. U.- Technol.* 37:687-695.

Badui Dergal, S. (2006). Química de los alimentos.

BANCOMEXT. 1999. Norma de calidad para piña fresca. CIAD, A.C. Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Hermosillo, Sonora, México.

Cabana Lagares, R. A. (2020). Perfil de riesgos en sorbatos y benzoatos en bebidas a base de fruta no gaseosas en Colombia.

Carrasco Gil, J. A. (2020). Elaboracion de pulpas de frutas.

Castro Gadea, A. (2010). Caracterización de la calidad de la fruta de piña híbrido MD-2 (*Ananas comosus*), destinada a proceso para la obtención de jugo pasteurizado y concentrado, La cruz, Guanacaste, Costa Rica. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

Castro, L., Echeverry, G., Salazar, R. Y Pinon, A. Efecto de la temperatura en el almacenamiento de dos variedades de piña, Cayena Lisa y Manzana. En: Memorias 1°CSimposio Latinoamericano de Piñicultura. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Cali. 1993

Cazar Vilacís, I. M. (2016). Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.

CIEN/ADEX. (2021). Piñas: potencial exportador peruano.
<https://www.cien.adexperu.org.pe/pinas-potencial-exportador-peruano/>

CODEX STAN/192-1995. (2019). Codex Alimentarius Norma Internacional De Los Alimentos Norma General Para Los Aditivos Alimentarios Codex Stan 192-1995. Fao Omg.
http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcode%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf

COVENIN/910:2000. (2000). Norma general para aditivos alimentarios (2da revisión).

Chan, H.T. Jr. 1979. Sugar composition of papayas during fruit development. Hort. Sci. 14(2):140-141.

Desiree, S., Petit Jiménez, D., Camacaro, M., & Godoy, Y. (2017). Evaluacion de la calidad de la materia prima para la elaboración de concentrado de piña.

Franco Castillo, B. L. (2017). Efecto de diferentes dosis de fitohormonas Cerone sobre el proceso de maduración en la variedad de piña MD-2 o Golden Sweet en la zona de Quevedo.

Franco Martínez, M. C. (2014). Ficha tecnica pulpa de piña congelada.

INEN/NTE 1836. (2016). Frutas Frescas. Piña. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1836-2.pdf

Jiménez Herrera, M. G. (2015). Desarrollo de una pulpa para uso industrial a partir de los residuos generados durante el procesamiento de jugo de piña en la empresa Florida Products S . A. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology: An overview. In: Postharvest Technology of Horticultural Produce. University of California, p. 15–20.

Lamikanra, R., Chen, J.C., Banks, D., y Hunter, P.A. (2000). Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe. J. Agric. Food Chem. 48(12): 5955-5961

- Luisa, C. I. M., & Munguía Reyes, A. (2014). Vida útil de los alimentos / Lifetime food. CIBA Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. <https://doi.org/10.23913/ciba.v2i3.20>
- Martín, F. (2019). El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente exenta de peligros (VI). Restauración Colectiva. <https://www.restauracioncolectiva.com/n/en-vasado-al-vacio>
- MINAGRI. (2018). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de Piña.
- MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (2013). Reglamento Técnico para Frutas y sus productos. <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/COOTCR14005.pdf>
- Morales, M., Hernández-, M. S., Cabezas, M., & Barrera, J. (2001). Caracterización de la maduración del fruto de piña nativa (*Ananas comosus* L. Merrill) CV. INDIA -. 18, 7–13.
- Morejón Quezada, A. B., & Viznay Parra, A. de los Á. (2018). “Control microbiológico y determinación de pH, acidez y grados brix de jugos expendidos en los espacios públicos de la ciudad de Cuenca Ecuador.”
- Muñoz Delgado, J. A. (1985). Refrigeración y congelación de alimentos vegetales.
- NTE INEN 2 337:2008. (2008). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEM 2337:2008. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. 2/13. <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2337.pdf>
- Nuñez de Villavicencio, M., Hernández Álvarez, R., Ivania, R. Á., R, J. L., & Torres, Y. (2015). Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. I. Procedimiento general. Ciencia y Tecnología de Alimentos. <file:///C:/Users/cliente/Downloads/12-ArielRguez..pdf>
- Ortiz León, F. X. (2020). “Desarrollo tecnológico de extracto de zanahoria (*daucus carota* L.) pasteurizado y determinación de vida útil.” <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001> <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.1>

2.003%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024

Pereyra Nelson, M. N. (2011). Desarrollo de manzana trozada minimamente procesada y determinación de vida útil.

Porcar Muñoz, M. (2016). Estudios de vida útil de zumos de fruta envasados.

Posada Cardona, C. C. (2013). Recopilación de estudios de tiempos de vida útil de productos nuevos y ya existentes de la compañía de galletas Noel S.A.S.

R García, M., Gómez Sánchez, I. P., & Espiñoza Barrientos, C. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

Reina G, C. E. (2016). Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la piña (*Ananas comosus L.*) que se comercializa en la ciudad de Neiva.
<https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Retana, J. P. (2015). Manual Agronómico Cultivo de la Piña.

Roman Marcillo, D. J., & Zambrano Velásquez, R. B. (2013). Estimación de la vida útil de la humita precocida por métodos físico y químico mediante el actor de aceleración Q10.

Umaña Cerros, E. (n.d.). Conservación de alimentos por frío Refrigeración/congelamiento.

Valle Vega, P., Ortigoza Hernandez, C., Valdés Martínez, S. E., & Sanchez Castañeda, O. (n.d.). Conservación y vida útil de alimentos.

Villada Moreno, J. J. (2010). “ Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria .”

ANEXOS

Anexo 1. Recepción de materia prima



Anexo 2. Pesado de la materia prima



Anexo 3. **proceso de producción de pulpa de piña envasado al vacío**



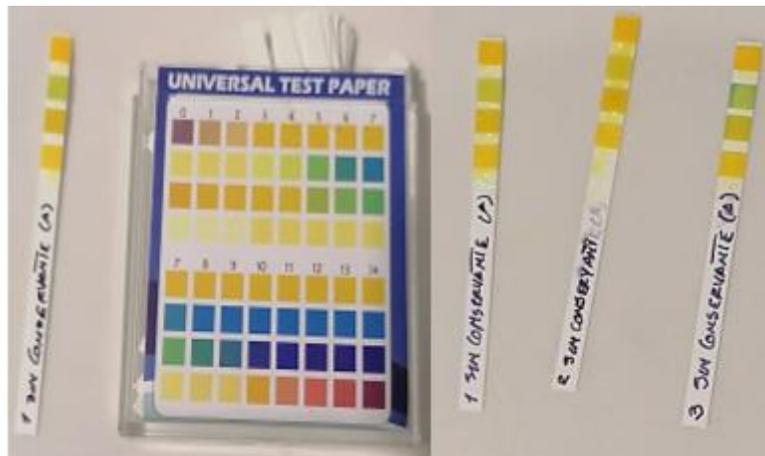
Anexo 4. **Titulación Acido-base**



Anexo 5. Determinar °Brix mediante el uso del refractómetro.



Anexo 6. Determinación de pH mediante el uso de tiras medidoras de pH



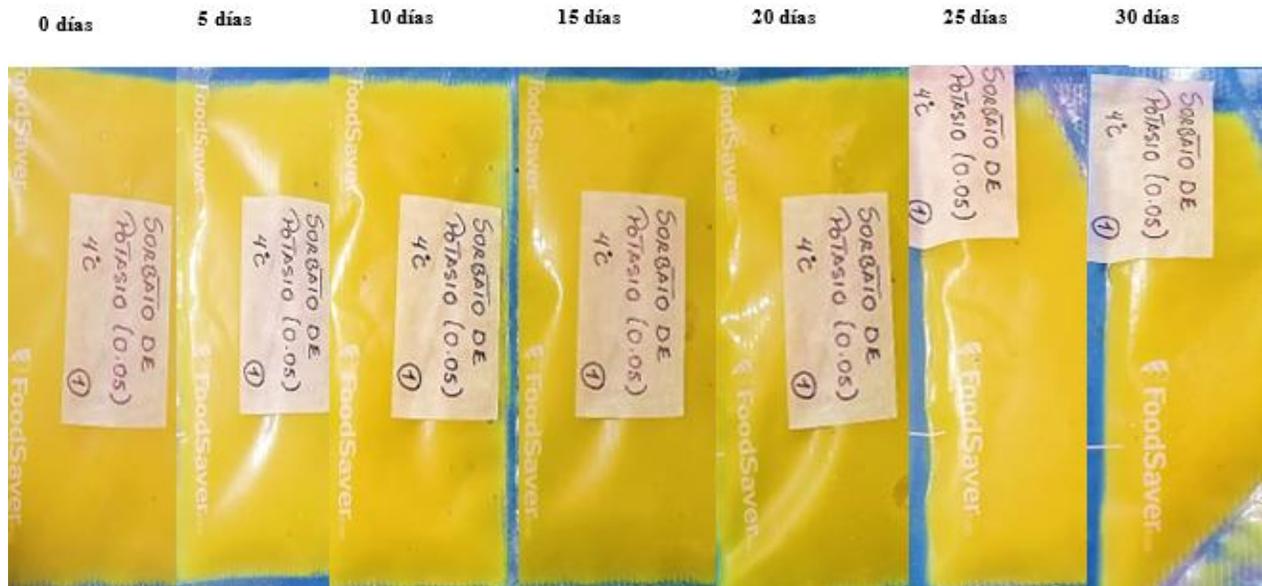
Anexo 7. Muestras sin conservante almacenadas a temperatura de refrigeración.



Anexo 8. Muestras sin conservante a temperatura ambiente.



Anexo 9. Muestras con Sorbato de Potasio al 0.05% almacenadas a temperatura de refrigeración



Anexo 10. Muestras con Sorbato de Potasio al 0.05% almacenadas a temperatura ambiente



Anexo 11. Muestras con Sorbato de Potasio al 0.025% almacenadas a temperatura de refrigeración

0 días 5 días 10 días 15 días 20 días 25 días 30 días



Anexo 12. Muestras con Sorbato de Potasio al 0.025% almacenadas a temperatura ambiente.

0 días 5 días 10 días 15 días 20 días 25 días 30 días



Anexo 13. Muestras con Benzoato de Sodio al 0.05% almacenadas a temperatura de refrigeración



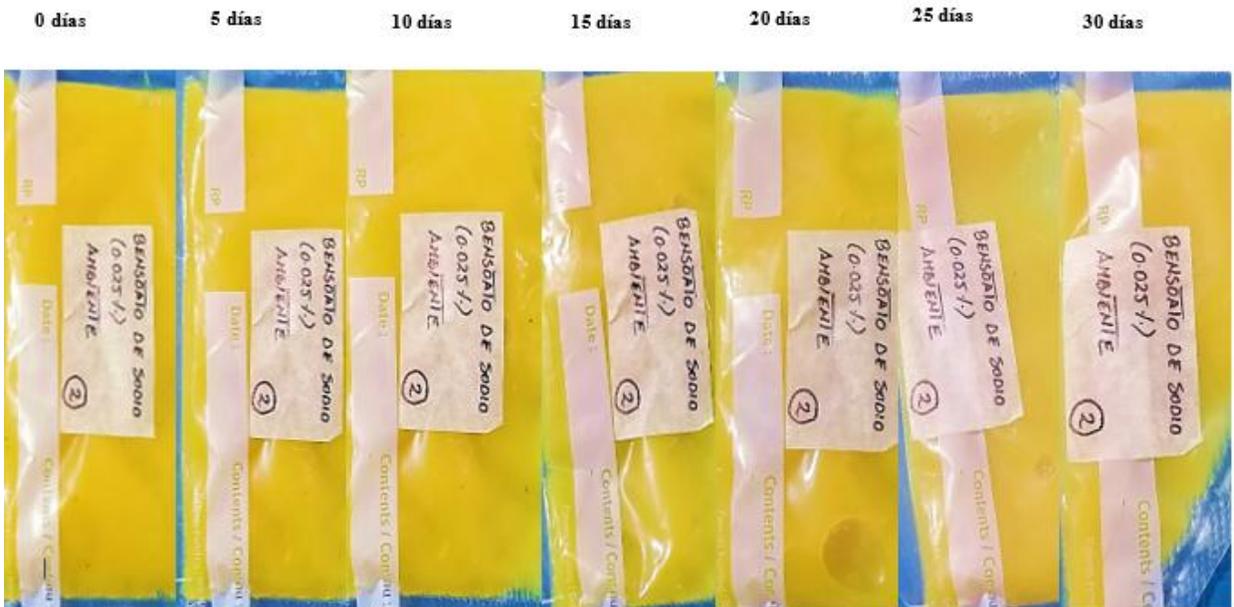
Anexo 14. Muestras con Benzoato de Sodio al 0.05% almacenadas a temperatura ambiente



Anexo 15. Muestras con Benzoato de Sodio al 0.025% almacenadas a temperatura de refrigeración



Anexo 16. Muestras con Benzoato de Sodio al 0.025% almacenadas a



Anexo 17. Datos del parámetro fisicoquímico °Brix de las 3 muestras de pulpa de piña envasada al vacío, analizadas durante un mes con una frecuencia de 5 días.

°Brix																					
PULPA DE PIÑA	MUESTRA N°1							MUESTRA N°2							MUESTRA N°3						
	Días							Días							Días						
	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30
S.C a 4 °C	15	13	12	11	10	10	9	15	13	12	11	10	10	9	15	13	12	12	11	10	9
S.C a 15°C	15	13	11	10	9	8	7	15	12	11	10	9	8	7	15	13	11	10	9	8	7
B.S al 0.025% a 4°C	15	15	14	13	13	12	12	15	15	14	14	13	12	12	15	15	14	14	13	12	11
B.S al 0.025% a 15°C	15	15	14	13	12	10	10	15	14	13	13	11	10	10	15	14	13	13	12	11	10
B.S al 0.05% a 4°C	15	15	14	14	13	13	12	15	15	14	14	13	12	12	15	15	13	14	13	12	12
B.S al 0.05% a 15°C	15	15	13	13	12	11	11	15	15	13	13	12	11	10	15	15	13	13	12	11	10
S.P al 0.025% a 4°C	15	14	13	13	11	11	10	15	14	13	12	11	10	10	15	15	13	13	11	10	10
S.P al 0.025% a 15°C	15	14	13	11	10	10	9	15	14	12	11	10	10	9	15	14	12	11	10	10	9
S.P al 0.05% a 4°C	15	15	14	13	13	12	11	15	15	14	13	13	13	12	15	15	15	13	13	12	12
S.P al 0.05% a 15°C	15	14	13	11	11	10	10	15	14	13	11	11	10	10	15	14	13	12	11	10	10

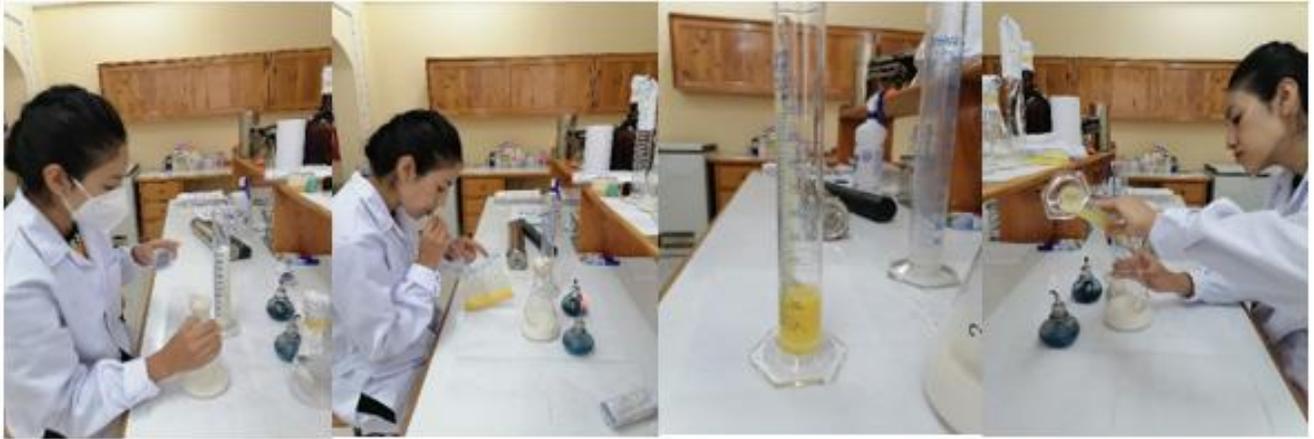
Anexo 18. **Datos del parámetro fisicoquímico % acidez (%ácido cítrico) de las 3 muestras de pulpa de piña envasada al vacío, analizadas durante un mes con una frecuencia de 5 días.**

%ácido cítrico																					
PULPA DE PIÑA	MUESTRA N°1							MUESTRA N°2							MUESTRA N°3						
	Días							Días							Días						
	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30
S.C a 4 °C	0.35	0.55	0.67	0.72	0.77	0.90	1.10	0.35	0.55	0.66	0.70	0.77	0.90	1.10	0.35	0.56	0.66	0.70	0.75	0.90	1.10
S.C a 15°C	0.35	0.60	0.70	0.77	0.84	1.02	1.20	0.35	0.60	0.70	0.80	0.86	1.02	1.20	0.35	0.60	0.70	0.80	0.85	1.00	1.20
B.S al 0.025% a 4°C	0.35	0.45	0.58	0.64	0.70	0.80	0.89	0.35	0.45	0.60	0.64	0.70	0.80	0.90	0.35	0.45	0.60	0.67	0.70	0.80	0.90
B.S al 0.025% a 15°C	0.35	0.48	0.64	0.70	0.77	0.89	1.02	0.35	0.48	0.64	0.70	0.80	0.90	1.00	0.35	0.50	0.64	0.70	0.80	0.90	1.02
B.S al 0.05% a 4°C	0.35	0.40	0.51	0.58	0.64	0.70	0.75	0.38	0.40	0.50	0.60	0.64	0.70	0.75	0.35	0.40	0.50	0.60	0.65	0.70	0.75
B.S al 0.05% a 15°C	0.35	0.45	0.61	0.64	0.70	0.80	0.85	0.38	0.45	0.61	0.65	0.70	0.80	0.85	0.35	0.45	0.60	0.65	0.70	0.80	0.85
S.P al 0.025% a 4°C	0.35	0.45	0.54	0.60	0.67	0.84	0.92	0.35	0.45	0.54	0.60	0.67	0.85	0.92	0.35	0.45	0.54	0.60	0.67	0.85	0.92
S.P al 0.025% a 15°C	0.35	0.51	0.60	0.67	0.80	0.90	1.10	0.35	0.50	0.60	0.67	0.80	0.90	1.10	0.35	0.50	0.60	0.65	0.80	0.90	1.10
S.P al 0.05% a 4°C	0.35	0.45	0.50	0.64	0.70	0.77	0.82	0.35	0.47	0.50	0.65	0.70	0.77	0.80	0.35	0.47	0.50	0.65	0.70	0.77	0.80
S.P al 0.05% a 15°C	0.35	0.51	0.58	0.70	0.75	0.80	0.94	0.35	0.50	0.58	0.70	0.75	0.80	0.95	0.35	0.50	0.58	0.70	0.75	0.80	0.95

Anexo 19. Datos del parámetro fisicoquímico pH de las 3 muestras de pulpa de piña envasada al vacío, analizadas durante un mes con una frecuencia de 5 días.

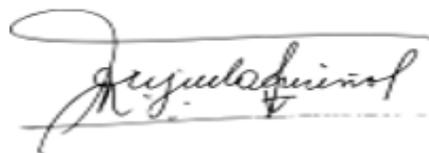
pH																					
PULPA DE PIÑA	MUESTRA N°1							MUESTRA N°2							MUESTRA N°3						
	Días							Días							Días						
	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30
S.C a 4 °C	4	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2
S.C a 15°C	4	4	4	3	3	2	2	4	4	4	3	3	2	2	4	4	4	3	2	2	2
B.S al 0.025% a 4°C	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3
B.S al 0.025% a 15°C	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3
B.S al 0.05% a 4°C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
B.S al 0.05% a 15°C	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
S.P al 0.025% a 4°C	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3
S.P al 0.025% a 15°C	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3
S.P al 0.05% a 4°C	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
S.P al 0.05% a 15°C	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3

Anexo 20. Análisis microbiológico



Anexo 21. Resultados del Análisis Microbiológico de la pulpa de piña envasada al vacío

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS											
SOLICITANTE: Tesista - Diana Elizabeth Llanos Terán											
FECHA: 16-06-2022.											
MUESTRAS	CÓDIGO	PRODUCTO	Escherichia Coli	Salmonella sp.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DS N° 007-98-SA RM N° 615-2003 SA/DM						
			UFC/ml	UFC/ml	NTP - REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA PULPA DE PIÑA ENVASADO AL VACIO						
1	M1	Con conservante	Ausente	Ausente	Limite por ml						
2	M2	Con conservante	Ausente	Ausente							
3	M3	Con conservante	Ausente	Ausente	Categoría	Clase	n	c	m	M	
4	M4	Con conservante	Ausente	Ausente	Escherichia Coli	5	3	5	2	100	1000
5	M5	Con conservante	Ausente	Ausente	Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-
1	M1	Sin Conservante	1	1	RESULTADOS CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN El producto de pulpa de piña con conservante envasado al vacío Alimento apto para el consumo humano, con conservante.						
2	M2	Sin Conservante	Ausente	Ausente							
3	M3	Sin Conservante	Ausente	Ausente							
4	M4	Sin Conservante	1	1							
5	M5	Sin Conservante	1	1							



Dr. Rodolfo Orejuela Chirinos
 Área de Microbiología Alimentos
 Dpto. CC Biológicas
 Universidad Nacional de Cajamarca

Anexo 22. Referencia de ficha técnica

FORMATO		
	FICHA TÉCNICA PULPA DE PIÑA LARGA VIDA	Versión: 1
		Vigencia: Septiembre 09 de 2014
		Página: 1 de 3
NOMBRE		
PULPA DE PIÑA LARGA VIDA		
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		
<p>Producto natural, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, sin conservantes, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de la piña madura, sana y limpia.</p> <p>Sin preservantes, naturalmente libre de grasa y colesterol, bajo en sodio, contiene 100% de pulpa de fruta.</p>		
ORIGEN MATERIA PRIMA		
<p>Colombia - Girón, Rionegro, La Brija (Santander, Variedad Petrolera), Palmira, Jamundi, Restrepo, Toro Cartago, Tuluá, Buga, Florida (Valle), Cerritos (Risaralda), Santander de Quilichao (Cauca), La Tebaida (Quindío), Bucaramanga.</p>		
COMPOSICIÓN		
Pulpa de piña, ácido ascórbico como antioxidante.		
CONDICIONES AL RECIBO DE LA FRUTA		
<p>El vehículo (pisos, techos, carpas, entre otros), y los embalajes deben estar limpios y en buen estado garantizando la conservación de las características deseadas de la fruta, de igual forma el personal transportador debe cumplir los requisitos mínimos para manipulación de alimentos como la limpieza, la no utilización de joyas al momento del descargue, dotación requerida, entre otras.</p> <p>La materia prima (frutas) es inspeccionada por control de calidad para su aceptación o rechazo, se aceptan los frutos en su estado de madurez óptimo, sanos, de aspecto fresco y consistencia firme, libres de ataques de insectos y enfermedades que demeriten la calidad interna del fruto, libres de humedad externa anormal y de cualquier olor y/o sabor extraño. Luego pasan a Producción para la limpieza y desinfección de los frutos. El incumplimiento de uno de los aspectos anteriores puede ser causal de devolución de la materia prima.</p>		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN		
<p>En nuestra planta, las pulpas son procesadas cumpliendo con las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el monitoreo de los Puntos de Control Crítico (APPCC), pasteurizadas, envasadas asépticamente y almacenadas a temperatura ambiente. El tratamiento térmico al que se somete garantiza la inocuidad del producto, resguardando sus características organolépticas y nutricionales. Todas las operaciones son realizadas bajos altos estándares de calidad, dando cumplimiento a la legislación vigente.</p>		
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS		
<p>Aroma: Intenso y característico de la piña madura y sana.</p> <p>Color: Intenso y homogéneo, característico de la piña, puede presentarse un ligero cambio de color, por los procesos naturales de oxidación de la fruta.</p> <p>Sabor: Característico e intenso de la piña madura y sana. Libre de cualquier sabor extraño.</p> <p>Apariencia: Uniforme, libre de materiales extraños, admitiéndose una separación de fases y la presencia mínima de trozos, partículas oscuras propias de la piña.</p>		
CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS		
<p>Sólidos Solubles expresados como °Brix: 10.0-12.5 pH: 3.30-3.90 Acidez expresada como % de ácido cítrico: 0.50-0.80</p>		

FORMA DE CONSUMO Y USO PREVISTO

Esta pulpa puede emplearse en la preparación de salsas, helados, postres, entre otros, de acuerdo a las formulaciones establecidas; para la preparación de jugos, se recomienda una dilución de una parte de pulpa por 2 o 2.5 partes de agua o leche y azúcar, según requerimiento del consumidor. *PREPARACION SUGERIDA. Producto apto para toda la población mayor de un año de edad.

MANEJO Y TRANSPORTE

El producto se transporta en vehículos apropiados para alimentos. Resolución No. 002505 de 2004 "Por la cual se reglamentan las condiciones que deben cumplir los vehículos para transportar carne, pescado o alimentos fácilmente corripibles".

Se debe evitar el almacenamiento con productos que puedan alterar sus características organolépticas o que puedan ocasionar una contaminación cruzada.

Se debe evitar golpear o maltratar el material de empaque, quien es el que resguarda y mantiene la calidad del producto.

El producto debe mantenerse alejado de la exposición directa a la luz solar.

Para mantener color, sabor y aroma característicos de la fruta se recomienda almacenar en un lugar fresco y seco a temperatura inferior a 24°C. Para lugares con temperaturas superiores a 24°C se recomienda almacenar en refrigeración (máx 6°C).

Una vez abierto debe consumirse en el menor tiempo posible y mantenerse refrigerado o congelado.

NOTA SALUDABLE

Las dietas bajas en grasas y ricas en frutas y verduras (alimentos que son bajos en grasa y pueden contener fibra dietética, vitamina A o vitamina C) pueden reducir el riesgo de algunos tipos de cáncer, una enfermedad asociada a múltiples factores.

NORMATIVIDAD COLOMBIANA APLICABLE

Decreto 60 de 2002/ Decreto 3075 de 1997 / Resolución 2874 de 2013/ Resolución 3829 de 2013 / Resolución 5109 de 2005/ Resolución 333 de 2011/ Resolución 2505 de 2004/ Resolución 2906 de 2007/ Resolución 4606 de 2013/ NTC 4433/ Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1989, Rev. 4-2003).

Cargo que Elabora	Cargo que Revisa	Cargo que Aprueba
Maria Cecilia Franco Martínez	Victoria Benítez Olaya	Daniel Gaviria Valenzuela
Jefe de Investigación y Desarrollo	Director de Calidad	Gerente
		Fecha de Aprobación
		Septiembre 09 de 2014