



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Extensión Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

**INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CARAMBOLA (AVERROHA CARAMBOLAL)
PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA EN EL ISTE. LAGO AGRIO,
2012”.**

Estudiante:

GAONA RAMOS JONATHAN SERGIO

Directora de Tesis:

ING. MSC. ELSA BURBANO

Santo Domingo – Ecuador

Enero, 2013

**INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CARAMBOLA (AVERROHA CARAMBOLAL)
PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA EN EL ISTECS. LAGO AGRIO,
2012.**

Ing. Elsa Burbano
DIRECTORA DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Msc. María Gutiérrez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marcelo Ortiz
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....2013

Autor: JONATHAN SERGIO GAONA RAMOS

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**Título de Tesis: “INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CARAMBOLA
(AVERROHA CARAMBOLAL) PARA LA
ELABORACIÓN DE MERMELADA EN EL ISTECC.
LAGO AGRIO, 2012”.**

Fecha : ENERO, 2013

Del contenido del presente documento, se responsabiliza el autor

Gaona Ramos Jonathan Sergio

210018445-2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Extensión Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de.....del 2013.

Ingeniero

Daniel Anzules

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y
SISTEMAS DE GESTIÓN**

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor **JONATHAN SERGIO GAONA RAMOS**, cuyo tema es: **“INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CARAMBOLA (AVERROHA CARAMBOLAL) PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA EN EL ISTE. LAGO AGRIO, 2012”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Msc. Elsa Burbano
DIRECTORA DE TESIS

Dedicatoria

A Dios por haberme dado la vida y salud para terminar este trabajo.

A mis padres Yolanda Ramos y Bolívar Gaona por su confianza y apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida estudiantil.

A mi mujer y mi hija por estar en el momento de realizar la tesis y amigos en general...

Gracias por todo

Jonathan Gaona

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiar mis pasos.

A mis Padres Yolanda Ramos y Bolívar Gaona por todo su amor, dedicación y su apoyo en todo momento.

A mi hermano Deivid Gaona por todo su apoyo y comprensión

A mi mujer, Candy Suarez por haber estado en los momentos buenos y malos en mi formación profesional

A la Ing. Elsa Burbano por su acertada asesoría ha llegado a culminar esta etapa de mi vida

Mi eterna gratitud a todas las personas que conforman la compañía Aguas Diana, Planta de Panela de lago agrío, CPEB, al ISTECC por la oportunidad recibida y sus valiosas colaboraciones para realizar las Pasantías y a la vez poder realizar mi tesis. Y mi gratitud sincera a la Universidad Tecnológica Equinoccial por haber forjado los pilares de mi carrera

Gracias por todo

Jonathan Gaona

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PAG
Portada	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal	ii
Responsabilidad del Autor	iii
Aprobación del Director de Tesis	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Resumen Ejecutivo	xiv
Summary Executive	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Tema de investigación	1
1.2. Problema de investigación	1
1.2.1. Planteamiento del problema	1
1.2.1.1. Diagnóstico	1
1.2.1.2. Pronóstico	2
1.2.1.3. Control del pronóstico	2
1.2.2. Formulación del problema	2
1.2.3. Sistematización del problema	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	3
1.4. Justificación	3
1.4.1. Conveniencia	4
1.4.2. Impacto social	4

1.4.3. Impacto teórico	4
1.4.4. Impacto metodológico	5
1.4.5. Importancia práctica	5
1.4.6. Impacto Ecológica	5
1.4.7. Viabilidad	5
1.5. Hipótesis	6
1.5.1. Hipótesis Alternativa	6
1.5.2. Hipótesis Nula	6
1.6. Operalización de la hipótesis	6
1.6.1. Variables Independientes	6
1.6.2. Variable Dependiente	6
1.6.3. Indicadores	7

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco Teórico	8
2.1.1. Antecedentes Investigativos	8
2.1.2. Fundamentación Filosófica	8
2.1.3. Antecedentes Históricos	9
2.1.4. Antecedentes científicos	10
2.1.5. Antecedentes prácticos	11
2.1.6. Categorías Fundamentales	12

2.1.6.1.	Visión Dialéctica de las Conceptualizaciones	12
2.1.6.2.	La Carambola	12
2.1.6.3.	Origen y variedades	14
2.1.6.4.	Características de la planta	15
2.1.6.5.	Beneficios de la carambola	16
2.1.6.6.	Denominaciones de la carambola	17
2.1.6.7.	Cómo elegirla y conservarla	17
2.1.6.8.	Propiedades nutritivas	17
2.1.6.9.	La mermelada	19
2.1.6.10.	Características	19
2.1.6.11.	Origen del nombre	20
2.2.	Carambola	21
2.2.1.	Azúcar	21
2.2.2.	Buenas prácticas de manufactura (BPM)	22
2.2.3.	Desinfección – descontaminación	23
2.2.4.	Equipo	23
2.2.5.	Grados Brix	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	Aspecto metodológico del estudio	25
3.2.	Ubicación	25
3.3.	Tipo de investigación	25
3.3.1.	Experimental	25
3.3.2.	Relacional	25
3.3.3.	No observacional	26
3.4.	Métodos de investigación	26
3.4.1.	Método observación científica	26
3.4.2.	Método inductivo	26
3.4.3.	Método de analítico	26

3.4.4. Método estadístico	26
3.4.5. Métodos de laboratorio	26
3.4.6. Métodos experimentales	27
3.4.7. Fuentes y técnicas de la investigación	27
3.4.7.1. Fuentes	27
3.4.7.2. Técnicas	27
3.5. Variables	27
3.5.1. Variables Independientes	27
3.5.2. Variables Dependientes	28
3.5.3. Indicadores	28
3.5.4. Tratamientos de los datos	28
3.6. Diseño estadístico para la prueba de hipótesis	29
3.7. Materiales, equipos y materia prima utilizados para la elaboración de conserva en mermelada de carambola	30
3.7.1. Materiales	30
3.7.2. Equipos	30
3.7.3. Reactivos	31
3.7.4. Materia prima	31
3.8. Población /Muestra	31
3.8.1. Población	31
3.8.2. Muestra	32
3.9. Diagrama de flujos cualitativo para la elaboración de mermelada de carambola a nivel de laboratorio	33
3.9.1. Descripción de del flujograma	34

3.9.1.1.	Recepción de la materia prima	34
3.9.1.2.	Selección	35
3.9.1.3.	Lavado	35
3.9.1.4.	Pesado	35
3.9.1.5.	Despulpado	36
3.9.1.6.	Licuado	36
3.9.1.7.	Concentración	36
3.9.1.8.	Envasado	37
3.9.1.9.	Esterilizado	37
3.9.1.10.	Almacenado	37

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Diseño experimental de la mermelada de carambola	38
4.2.	Análisis de las encuestas	44
4.2.1.	Tabulación y gráfico de información de encuestas	44
4.3.	Balance de materia y energía	48
4.3.1.	Diagrama de flujos cuantitativo para la elaboración de mermelada de carambola a nivel de laboratorio.	48
4.3.2.	Balance de materia para la elaboración de mermelada de carambola a nivel planta piloto.	52
4.3.3.	Balance de energía para la elaboración de mermelada de carambola a nivel de laboratorio.	63
4.3.3.1.	Balance de energía en la etapa de concentración de la mermelada	63
4.3.3.2	Porcentaje de eficiencia	70

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	72
5.2. Recomendaciones	73
BIBLIOGRAFÍA	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°: 1. Indicadores	7
Cuadro N°: 2. Composición físico química de la carambola	13
Cuadro N°: 3. Taxonomía	13
Cuadro N°: 4. Composición bromatológica proximal de la fruta de carambola	14
Cuadro N°: 5. Características físico – químicas de la carambola variedad dulce	15
Cuadro N°: 6. Características físico – químicas de la carambola variedad acida	15
Cuadro N° 7. Composición bromatológica proximal de la fruta de carambola	15
Cuadro N°: 8. Composición nutricional: 100 gramos de parte comestible	18
Cuadro N°: 9. Indicadores	28
Cuadro N°: 10. Esquema de la ADEVA	29
Cuadro N°: 11. Tabla: resumen de población a investigarse	31
Cuadro N°: 12. Composición de la carambola	34
Cuadro N°: 13. Formulaciones	36
Cuadro N°14. Análisis de la Varianza (SC tipo III)	38
Cuadro N°15. Prueba de tukey para el factor variedad de carambola	38
Cuadro N°16. Prueba de tukey para el factor ° Brix	39
Cuadro N°17. Prueba de tukey para la interacción variedad por concentración de azúcar	39
Cuadro N°18. Análisis de la Varianza (SC tipo III)	40
Cuadro N°19. Prueba de tukey para el factor variedad de carambola	41
Cuadro N°20. Prueba de tukey para el factor concentración de azúcar en la formulación de mermelada	41

Cuadro N°21. Prueba de tukey para la interacción variedad por ° Brix	42
Cuadro N°22. Prueba de estabilidad en la mermelada al final del proceso. Después de los 30 días	42
Cuadro No: 23. Análisis físico o sensorial de la mermelada de carambola	44
Cuadro No: 24. Valoración del color	44
Cuadro No: 25. Valoración del olor	45
Cuadro No: 26. Valoración del sabor	46
Cuadro No: 27 Valoración del textura	47
Cuadro No: 28. Valoración del aceptabilidad	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Estabilidad del Ph	43
Gráfico N°2. Grafica de estabilidad de concentración de azúcar	43
Gráfico No: 3. Valoración del Color	45
Gráfico No: 4. Valoración del olor	45
Gráfico No: 5 Valoración del sabor	46
Gráfico No: 6. Valoración del textura	47
Gráfico No: 7. Valoración del aceptabilidad	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°: 1. Árbol de la carambola	12
-------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1	77
ANEXO N° 2	78
ANEXOS N° 3	80

RESUMEN EJECUTIVO

Nuestro país es rico en biodiversidad en flora y fauna, sobre todo en nuestra zona, el oriente, donde podemos encontrar gran cantidad de carambola, siendo una fruta exótica, es muy poco conocida, por lo que no es cosechada ni procesada, por este motivo realicé los estudios necesarios para su procesamiento en la elaboración de mermelada de carambola. Incentivar al consumo de este producto es importante porque puede ser una alternativa de alimento. Esta fruta contiene una cantidad moderada de pro vitamina A y vitamina C en cuanto a minerales se destaca su contenido de potasio, los cuales son necesarios para nuestra salud.

En esta investigación se determinó la concentración de azúcar inicial en la pulpa, de la fruta definiendo las formulaciones a estudiar, utilizando tres diferente concentraciones del jugo de carambola, con la finalidad de conseguir un producto final en óptimas condiciones.

El estudio es conveniente porque tiene la finalidad de sugerir nuevas alternativas para su industrialización y generar ingresos económicos.

Para obtener un producto óptimo con un grado de madurez óptimo se recomienda que esta fruta sea utilizada luego de su cosecha porque se degrada con rapidez, ya que por su textura que es muy afable, tiende a deteriorarse, teniendo en cuenta que si la materia prima es de mala calidad el producto final va a salir con alteraciones organolépticas.

Para obtener un buen producto se determinó que la concentración inicial del jugo debe ser de 20°Brix en el tipo de carambola dulce; se aplicó el diseño experimental (A*B) es decir se probarían 3 concentraciones de azúcar y la variedad de la fruta. Del diseño experimental se obtuvo que el mejor tratamiento sea A2B1. (Carambola dulce*20°Brix) El rendimiento del producto es del producto es de 52,14% que es aceptable en términos de producción.

EXECUTIVE SUMMARY

Our country is rich in flora and fauna biodiversity, especially in our area, the east, where we can find lots of carambola, being an exotic fruit, is not well known, so it is not harvested or processed, for this reason conduct the necessary studies for processing in developing carambola jam. Encourage the consumption of this product is important because it can be an alternative food. This fruit contains a moderate amount of pro-vitamin A and vitamin C in terms of mineral highlights its potassium content, which are necessary for our health.

In this study we investigated the initial sugar concentration in the pulp, fruit defining formulations to study, using three different concentrations of carambola juice, in order to get a final product in top condition.

The study is convenient because it is intended to suggest new alternatives for industrialization and generate income.

For an optimal product with optimal maturity is recommended that this fruit is used after harvest because it degrades rapidly as its texture is very smooth, tends to deteriorate, given that if the raw material is poor final product will come out with organoleptic alterations.

To obtain a good product was determined that the initial concentration of the juice must be 20oBrix carambola the type of sweet experimental design was applied (A * B) be tested i.e. 3 sugar concentration and variety of the fruit. Experimental design was obtained that the best treatment is A2B1. (Carambola sweet * 20oBrix).

The product yield of the product is 52.14% which is acceptable in terms of production.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Tema de investigación

“Industrialización de la carambola (Averroha Carambolal) para la elaboración de mermelada en el ISTECS. Lago Agrio, 2013”

1.2. Problema de investigación

En nuestra zona hay gran desperdicio de esta fruta exótica y nativa, la cual no está siendo industrializado ni comercializado, por lo que se realizó los estudios necesarios para la elaboración de mermelada de carambola

1.2.1. Planteamiento del problema

1.2.1.1. Diagnóstico

La carambola (Averroha carambolal), siendo una fruta exótica con buenas características organolépticas (sabor, aroma, color) y con mucha abundancia en la amazonia, cuyo cultivo se da en climas tropicales y subtropicales. El Ecuador es un país extraordinariamente rico en biodiversidad en flora y fauna donde encontramos gran variedad de frutas exóticas y que aún no han sido procesadas para el consumidor pueda deleitarse.

La situación actual de la fruta de carambola a nivel nacional no es buena, los cultivos están descuidados y se pierden grandes cantidades, ya que el agricultor prefiere no sacarlo al mercado dado a que por su poco conocimiento, su costo es bajo.

En los últimos años dentro del país, la tendencia de los consumidores es hacia el consumo de productos naturales y en lo posible con un menor contenido de aditivos sintéticos, por lo que tecnológicamente buscamos hacer productos naturales con poca intervención de conservantes.

Conservando sus características organolépticas y nutricionales en óptimas condiciones para ello se establece darle un tratamiento de conservación como es el de mermelada.

1.2.1.2. Pronóstico

En el caso de que los técnicos, continúen sin implementar la industrialización en elaboración de la mermelada de carambola, este producto no será aprovechado correctamente en el mercado de consumo, además de que las fuentes laborales serán inexistentes. La carencia de iniciativa por parte de los productores y la escasa información hacen que se presente una gran variación en el aprovechamiento de la carambola en la presentación de mermelada.

1.2.1.3. Control del pronóstico

Al aplicarse a tiempo las correctas técnicas en la industrialización de la mermelada de carambola, se verá como resultado un producto nuevo y de alta calidad tanto en presentación como también organolépticamente satisfaciendo así las necesidades exigentes de los consumidores y generando mayor rentabilidad a los productores.

1.2.2. Formulación del problema

En nuestra zona hay gran desperdicio de esta fruta exótica y nativa, la cual no está siendo industrializado ni comercializado, por lo que se realizó lo estudios necesario para la elaboración de mermelada de carambola

1.2.3. Sistematización del problema

- ¿Se deberá medir y controlar las características físicas, químicas bromatológicas y organolépticas de la mermelada?
- ¿La concentración de Azúcar estará influenciando en la conservación de la mermelada de carambola?
- ¿Se deberá realizar un balance de materia y de energía?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. General

Determinar cuál de las tres concentración de azúcar inicial es ideal para cumplir las características óptimos, al elaborar la mermelada de carambola (Averroha carambolal).

1.3.2. Específicos

- Diagnosticar las características físicas-químicas y bromatológicas de la fruta de carambola para el proceso.
- Estructurar los parámetros técnicos de las tres concentraciones de azúcar
- Evaluar las características organolépticas de la mermelada de carambola tales como: color, olor, sabor, textura, aceptabilidad
- Realizar un balance de Materia y Energía para conocer el rendimiento del producto

1.4. Justificación

En la región amazónica la carambola es comercializada (aunque en mínima cantidad) como fruto fresco. No obstante, el fruto presenta potencial para ser utilizado agroindustrialmente, con la aplicación de este trabajo de investigación se pretende darle un valor agregado a ésta fruta transformándola en mermelada.

1.4.1. Conveniencia

Esta investigación es conveniente porque está orientada a incentivar el consumo de productos de fruta exótica, autóctona de la amazonia la cual es poco conocida en el medio y su finalidad es incrementar el cultivo de la misma, además de utilizar su gran contenido de nutrientes beneficiando a la sociedad.

1.4.2. Impacto social

Esta indagación tiene un impacto social beneficioso ya que estaremos utilizando una fruta exótica y autóctona de la amazonia como lo es la carambola la cual es muy poco conocida y escasamente utilizada, por lo que al industrializarla se pretenderá aprovechar sus nutrientes y generar fuentes laborales y de ingresos.

Nuestro oriente ecuatoriano es muy rico en flora y fauna, tiene gran biodiversidad de frutas exóticas y silvestres las cuales no son todavía explotadas industrialmente, el propósito de esta investigación es dar a conocer las bondades de la fruta con un producto hecho a base a la carambola, con lo que estaríamos dando al agricultor la oportunidad de comercializar esta fruta e incluso a incrementar su cultivo.

Además se proveerá de un producto de mejor presentación y natural, el mismo que satisface las necesidades del consumidor.

1.4.3. Impacto teórico

Existe material bibliográfico de estudios realizados de esta fruta pero agroindustrialmente en el Ecuador no está siendo explotada por lo se ve en la necesidad de procesar un producto de esta fruta, donde se investigarán todas sus características físicas, químicas y organolépticas del producto terminado

1.4.4. Impacto metodológico

Para realizar esta investigación se utilizó metodologías de laboratorio para el análisis de las propiedades físicas, químicas y bromatológicas de la mermelada de carambola, además se realizó experimentos de campo y encuestas sensoriales para obtener mejores resultados en cuanto a características organolépticas se refiere.

1.4.5. Importancia práctica

La indagación presente justifica el desarrollo de la importancia práctica ya que sus resultados, proporcionan un mejor uso a la fruta para que no se desperdicie de forma indiscriminada, a la vez dar valor agregado a la fruta y poder conservarla por más tiempo, para que el productor tenga un beneficio económico.

1.4.6. Impacto Ecológica

La metodología que se utilizó en la conservación de la carambola, fue sin ingredientes químicos por lo cual es inocuo al medio ambiente, esta técnica de procesamiento no deja residuos contaminantes en el área de trabajo

1.4.7. Viabilidad

Esta investigación es viable porque esta fruta es propia de la zona, la elaboración de la mermelada se realizará en la planta de mermeladas del PRODAS – ISTECS los análisis de laboratorio se realizarán en el ISTECS.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Alternativa

Hi: Las concentraciones de azúcar y las variedades de carambola, afectan en la elaboración de la mermelada en su aceptabilidad del producto en el mercado.

1.5.2. Hipótesis Nula

Ho: Las concentraciones de azúcar y las variedades de carambola, no afectan en la elaboración de la mermelada en su aceptabilidad del producto en el mercado.

1.6. Operalización de la hipótesis

1.6.1. Variables Independientes

- a) Variedad
- b) Concentración de azúcar

1.6.2. Variable Dependiente

- Grados Brix
- pH
- Acidez

1.6.3. Indicadores

Cuadro N°: 1
Indicadores

NOMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDIDA	TIEMPO DE MEDIDA
C. Bromatológicas			
• Acidez.	Porcentaje	Análisis de Laboratorio.	Entrada y salida del producto
C. Químicas			
pH	Unidad	Análisis de Laboratorio.	Entrada y salida del producto
C. Físicas			
• Rendimiento	%	Balanzas y cálculos.	Entrada y salida del producto
C. Organolépticas			
• Color	Ponderación	Encuestas	Salida del Producto
• Sabor	Ponderación	Encuestas	Salida del Producto

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes Investigativos

Aplicando la técnica de a entrevista fue posible que en la “ISTEC”, ubicada en Lago – Agrio, provincia de Sucumbíos, no se ha realizado una investigación similar a la planteada, por tanto se procederá a trabajar con información aun no procesada, por esta razón asegura que el trabajo investigativo plantado tiene un enfoque de originalidad y sus resultados permitirán colocar las bases para un futuro exitoso en la elaboración de la mermelada de carambola

2.1.2. Fundamentación Filosófica

La presente investigación se desarrollara en base a la normativa del paradigma Interpretativo también conocido como Naturalista puesto que tiene como finalidad comprender e interpretar la realidad de la industrialización de la mermelada de carambola, de igual manera los significados de las percepciones, control de procesos y calidad, análisis necesarios para determinar una materia prima, además de analizar, buscar la mejor concentración de azúcar para utilizarlo en el proceso de la elaboración de la mermelada de carambola para conseguir un mejor producto final, con características ricas en nutrientes.

La realidad de la indagación a desarrollarse en el ISTEC tendrá una visión dinámica, múltiple, holística, construida en la divergencia del pensamiento de los individuos que forman la organización

En la investigación que se propone la relación sujeto - objeto, tendrá dependencia, intentando la interrelación entre investigador y producto, procurando que los valores del investigador influyan lo estrictamente necesario en el desarrollo del proyecto.

En la investigación se aplicara una metodología cualitativa que permitirá determinar la relación teórico – práctico, concibiéndola como un proceso de retroalimentación, permanentemente y reciproco por las partes que intervienen en este estudio, permitiendo el enriquecimiento intelectual de los mismos.

En la investigación se aplicara criterios de calidad con fines de credibilidad, confirmación, y transferibilidad, que permiten aplicar técnicas, instrumentos y estrategias de investigación tanto cualitativas, descriptivas y perceptivas; que facilitaran el análisis de datos y la triangulación de los mismos, para obtener una información verídica

2.1.3. Antecedentes Históricos

“La carambola ha sido cultivada desde hace siglos en el sudeste asiático: Malasia (Camboya y Laos), la India y Sri Lanka.

Aunque su lugar de origen no está muy claro, la mayoría de los expertos cree que esta especie de fruta procede de Malasia (Camboya y Laos), aunque se ha introducido extensamente en regiones tropicales, en Florida fue introducida hace más de 100 años.

Inicialmente las plantas daban unos frutos ácidos, que actualmente gracias a la introducción tanto de semillas como material vegetativo procedente de Tailandia, Taiwán y Malasia han permitido la selección de variedades mucho más dulces. Su difusión por el resto del mundo es bastante reciente y en la actualidad se cultiva en numerosos lugares de los trópicos y subtrópicos.

Los principales países productores hoy en día son. Malasia, Tailandia, Taiwán, Indonesia, Guyana, India, Filipinas, Estados Unidos (Florida y Hawái.), Brasil, Colombia y Bolivia.

En España donde se ha introducido recientemente se cultiva en las Islas Canarias y la costa mediterránea.¹

2.1.4. Antecedentes científicos

“Una de las frutas tropicales con buenas características organolépticas (sabor, aroma, color) que existe en nuestro medio es la Carambola (Averroha carambolal) se caracteriza por ser exótica y muy cotizada en los mercados internacionales.

Constituye un alimento ideal por su aporte de vitamina C y de minerales como el calcio, magnesio y fósforo. El fruto de Carambola es bajo en calorías (36 a 57 cal/100 gramos), pero es una buena fuente de potasio y contiene moderadas fuentes de vitaminas A, B y C, contiene además de 8 a 10% de azúcar.

La fruta de carambola al estado fresco tiene un sabor ácido y cítrico que dificulta su consumo en forma directa, sin embargo se comporta muy bien procesado bajo diversas modalidades como fruta en mermelada, ya que enmascara su acidez, haciéndola atractiva para el consumo, bajo esta tecnología, se conservan la mayoría de los nutrientes aportando favorablemente a la alimentación humana.²

¹http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=59356&TIPO_CONTENIDO=Articulo&ID_CATEGORIA=104842&ABRIR_SECCION=2&RUTA=1-2-45-90-104842

²http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4421/1/Andrade_Moreno.pdf

2.1.5. Antecedentes prácticos

“Considerando la biodiversidad en especies vegetales de la provincia de Sucumbíos se ha tomado en cuenta esta fruta exótica debido a su agradable aroma y peculiar sabor, además de sus propiedades medicinales puede tener posibilidades para desarrollar su cultivo e industrialización para la pequeña empresa así como para el agricultor el cultivo y la industrialización de este extraordinario producto mediante la elaboración de carambola en almíbar debido a que la carambola tiene un alto contenido de hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitamina C, provitamina A, fibras, se propone su industrialización elevando su valor comercial y por ende dándole un valor agregado al producto.³

Fundamentación Legal

“Todo proyecto de investigación para su desarrollo debe respaldarse en leyes o normas legales que determinan las instituciones que regulan la normalización de calidad, salud, higiene, así el trabajo investigativo propuesto se desarrollara tomando como base la normativa que se detalla a continuación.

INEN 429 1979-03 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir la mermelada envasada.

ICONTEC 285. Mermelada de frutas. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Sanitaria Panamericana OFSANPAN-IALUTZ 053-03-02 G. Mermelada de frutas. Oficina Sanitaria, Panamericana. Washington, 1968.⁴

³ <http://plantas-medicinales.servidor-alicante.com/documentos>

⁴ bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2903/didacticateatro2.pdf

2.1.6. Categorías Fundamentales

2.1.6.1. Visión Dialéctica de las Conceptualizaciones

Figura N°: 1
Árbol de la carambola



Fuente: http://3.bp.blogspot.com/_opoAhFfvMUo/TGbBJiViXYI/AAAAAAAAAB-Y/G8fkCidimmM/s1600/carambola.jpg.

2.1.6.2. La Carambola

“Es una fruta muy cotizada en los mercados internacionales, conocida popularmente como la fruta estrella. Perteneciente a la familia de las Oxalidáceas. Además, en función de su procedencia, recibe distintos nombres en la República Dominicana cinco dedos, en Costa Rica, tiriguro, en Brasil, caramboleiro y en Venezuela tamarindo chino, es una fruta con forma muy bonita, de gran empleo en la decoración de diversos platos exquisitos, **Nombre científico:** Averrhoa Carambolal⁵

⁵ <http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/carambola/intro.php>

Cuadro N°: 2
Composición físico química de la carambola

Componente	Unidad	Valor
Calorías	cal	36.0
Agua	g	90.0
Proteína	g	0.5
Grasa	g	0.3
Carbohidratos	g	9.0
Fibra	g	0.6
Ceniza	g	0.4
A	mg	90.0
B1	mg	0.04
B2	mg	0.02
B6	mg	0.30
C	mg	35.0
Ca	mg	5.0
P	mg	18.0
Fe	mg	0.40

Fuente: Calzada, (1980), Salinas. C. Fanny. Tesis de grado "Carambola en almíbar"
UTE – 2011

Cuadro N°: 3
Taxonomía

División:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Orden	Cruinales
Familia:	Oxalidácea
Género:	Averrhoa
Especie:	Carambola

Fuente: <http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/carambola/intro.php>

Según Calzada, 1980 “manifiesta la etimología: El género Averrhoa, al cual pertenece la carambola, debe su nombre al médico y filósofo musulmán Averroes.”

Cuadro N°: 4
Composición bromatológica proximal de la fruta de carambola

Características	Unidad	Resultados
Proteína F=6,25	%	0.80
Grasa	%	0.07
Fibra	%	2,21

Fuente: Seidla, Servicio Integral de Laboratorio

2.1.6.3. Origen y variedades

Según www.scribd.com/sadot_cardenas/d/58051180-cultivo-Carambola manifiesta que “la carambola es una fruta originaria de Indonesia y Malasia. Su cultivo se ha extendido a otros países tropicales.

La carambola y el bilimbín, ambas frutas de formas similares, son las dos únicas variedades que producen las plantas que pertenecen a la familia de las Oxalidáceas.”

Cuadro N°: 5
Características físico – químicas de la carambola variedad dulce

Características	Resultados
pH de la pulpa	3.8
° Brix de la pulpa	8
Acidez	0.64

Fuente: Salinas. C. Fanny. Tesis de grado “Carambola en almíbar” UTE – 2011

Cuadro N°: 6
Características físico – químicas de la carambola variedad acida

Características	Resultados
PH de la pulpa	2
°Brix de la pulpa	7
Acidez	1.28

Fuente: Salinas. C. Fanny. Tesis de grado “Carambola en almíbar” UTE – 2011

Cuadro N° 7
Composición bromatológica proximal de la fruta de carambola

Características	Unidad	Resultados
Proteína F=6,25	%	0.80
Grasa	%	0.07
Fibra	%	2,21

Fuente: Salinas. C. Fanny. Tesis de grado “Carambola en almíbar” UTE – 2011

2.1.6.4. Características de la planta

Según www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/carambola.html manifiesta que “el árbol de la carambola es de crecimiento lento, corto de tronco con muchas ramas, la corona tupida, ancha y redondeada y alcanza 6-9 m de altura.

Sus hojas son caducas, dispuestas en espiral, alternas, imparipinnadas, de 6 a 10 pulgadas (15-20 cm) de largo, con 5 a 11 volantes casi opuestos, ovales u oblongos, de 1 1/2 a 3 1/2 pulgadas (3.8 -9 cm) de largo, blandos, verdosos y lisos en la superficie superior, finamente pubescentes y blanquecinos por el envés. Los volantes son sensibles a la luz y más o menos inclinados, a veces se juntan en la noche o cuando el árbol se agita abruptamente.

Las flores, colgantes en pequeños grupos de tallo rojo, lilas, púrpuras con rayas de alrededor de 1/4 pulgada (6 mm) de ancho, se presentan en las ramas en las axilas de las hojas. Las frutas son vistosas, oblongas, con 5 a 6 ángulos longitudinalmente, de 2 1/2 a

6 pulgadas (6.35-15 cm) de largo y hasta 3 1/2 pulgadas (9 cm), de ancho, tienen una piel fina, cerosa, de color naranja-amarillo y una pulpa jugosa, crujiente, de color amarillo cuando están completamente maduras, las rodajas cortadas en la sección transversal tienen la forma de una estrella.

La fruta tiene un olor más o menos pronunciado a ácido oxálico y los rangos de sabor desde muy amargo a ligeramente dulzón. Los tipos llamados "dulces" rara vez contienen más de un 4% de azúcar. Puede haber hasta 12 semillas planas, delgadas, marrones de (6 -12.5 mm) de largo, o ninguna en absoluto.

2.1.6.5. Beneficios de la carambola

Según www.slideshare.net/jhonasabnervegaviera/elaboracion-de-mermelada manifiesta que el consumo de carambola está indicado para todas las personas y específicamente para aquellos que:

1. La provitamina A o beta caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo y éste lo necesita. Para mejorar la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas
2. Fortalece los huesos y es bueno para funcionamiento del sistema inmunológico.
3. Contribuye en la formación del colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones.
4. Es un gran antioxidante
5. Contribuye en el combate de la anemia, la diabetes o las complicaciones generadas por el dengue.
6. Se recomienda su consumo en situaciones de: tabaquismo, abuso del alcohol, empleo de ciertos medicamentos, estrés, actividad física intensa, sida, pérdidas digestivas originadas por vómitos o diarreas y enfermedades inflamatorias crónicas.
7. Su bajo contenido en hidratos de carbono, y su alto contenido en potasio y bajo aporte de sodio, lo hace recomendable para las personas que sufren de diabetes, hipertensión arterial o afecciones de vasos sanguíneos y corazón.

2.1.6.6. Denominaciones de la carambola

“De acuerdo a los países de donde es importada, la carambola se denomina de maneras muy distintas y regionales:

- Venezuela es “tamarindo chino”
- En Costa Rica se la llama “tiriguro”.
- En Brasil, “caramboleiro”.
- En República Dominicana el nombre de esta fruta es cinco dedos”⁶

2.1.6.7. Cómo elegirla y conservarla

“Para comprobar que está madura, nos fijamos en su color y en los cantos. Si la fruta tiene un color entre amarillo y anaranjado y los cantos están algo oscurecidos, quiere decir que la fruta está madura.

Es preferible conservarla en un lugar fresco, lejos del contacto directo con la luz del sol. Si al comprarla aún está verde, se debe dejar a temperatura ambiente (20°C). Una vez madura, se recomienda guardar la carambola en la nevera, donde se conserva en óptimas condiciones hasta dos o tres semanas a una temperatura no inferior a 5°C.⁷

2.1.6.8. Propiedades nutritivas

Según webmail.radiomaranon.org.pe/.../carambola_aspectos_generales.pdf manifiesta que “su componente mayoritario es el agua. Contiene pequeñas cantidades de hidratos de carbono simples y aún menores de proteínas y grasas, por lo que su valor calórico es muy bajo.

⁶ vidaok.com/la-carambola-propiedades-y-beneficios-mermelada.html

⁷ wikifaunia.com/index.php/Bombina

La pulpa de la carambola es rica en oxalato de calcio y fibra soluble. Contiene una cantidad moderada de provitamina A y de vitamina C. En cuanto a minerales, destaca su contenido en potasio.

En el ámbito mundial se reporta que la carambola es un fruto bajo en calorías, buena fuente de potasio y vitamina A, y una fuente moderada de vitamina C.

Asimismo, se registra que las variedades extremadamente ácidas son ricas en ácido oxálico y que el fruto de carambola puede contener hasta 14 aminoácidos”

Cuadro N°: 8
Composición nutricional: 100 gramos de parte comestible

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	35.7
Agua	89 – 91 g
Carbohidratos	9.38 g
Grasas	0.08 g
Proteínas	0.38 g
Fibra	0.8 – 0.9 g
Cenizas	0.26 – 0.4 g
Calcio	4.4 – 6.0 mg
Fósforo	15.5 – 21.0 mg
Hierro	0.32 – 1.65 mg
Tiamina	0.03 – 0.038 mg
Riboflavina	0.019 – 0.03 mg
Niacina	0.294 – 0.38 mg
Ácido ascórbico	26.0 – 53.1 mg

Fuente: Purdue University <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/carambola>

2.1.6.9. La mermelada

Según dic.academic.ru/dic.nsf/esp_rus/47818/mermelada manifiesta que La mermelada es una conserva de fruta cocida en azúcar. Los griegos de la antigüedad ya cocían membrillos en miel, según se recoge en el libro de cocina del romano Apicio.

Se observa que el desayuno es la comida más importante del día y por tanto se debe tomar con especial cuidado a la hora de seleccionar los alimentos, ya que el cuerpo humano necesita de nutrientes y energía para sobrellevar el día.

Entre estos alimentos se menciona a la mermelada, muchas veces la misma se prohíbe cuando se está en una dieta, cuando en realidad no debería ser así.

La mermelada fue inventada, porque esta era una forma de conservar mejor la fruta, de forma que pudiera ser comida en cualquier época del año. Además, se debe considerar que la base de las mismas es la fruta, un elemento que no puede faltar en nuestra alimentación.

El problema de la mermelada, y lo que le da mala fama, es su contenido de azúcar. Sin embargo, los azúcares también son una gran fuente de energía, por lo que no causa daño por la mañana.

Por último, cabe resaltar que la mermelada no contiene grasas, lo que lo hace un alimento saludable.

2.1.6.10. Características

Según <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/mermelada.pdf> manifiesta “Aunque la proporción de fruta y azúcar varía en función del tipo de mermelada, del punto de maduración de la fruta y otros factores, el punto de partida habitual es que sea en

proporción 1 a 1 en peso. Cuando la mezcla alcanza los 104 °C, el ácido y la pectina de la fruta reaccionan con el azúcar haciendo que al enfriarse quede sólida la mezcla. Para que se forme la mermelada es importante que la fruta contenga pectina. Algunas frutas que tienen pectina son: las manzanas, los cítricos, y numerosas frutas del bosque, exceptuando las fresas y las zarzamoras”, por ejemplo. Para elaborar mermelada de estas frutas la industria añade pectina pura, pero el método casero consistía en añadir otra fruta con abundante pectina al dos por ciento (manzanas o jugo de limón, por ejemplo).

Según es.scribd.com/doc/.../Norma-Técnica-de-Mermelada-de-Mango manifiesta “Para las mermeladas vendidas envasadas, la legislación de la Unión Europea establece que deberán contener un mínimo de 35% de fruta (25% para algunas frutas rojas y el membrillo). Para la calidad "extra", estos porcentajes se elevan respectivamente a 45% y 35%. Las mermeladas de cítricos tienen que contener un mínimo de 20% de fruta del que un 75% deberá proceder de la piel”.

La legislación española establece que las mermeladas deberán contener un mínimo de 30% de fruta, elevando estos porcentajes a 50% para la calidad "extra".

2.1.6.11. Origen del nombre

“La palabra "mermelada" proviene del portugués marmelada que significa "confitura de membrillo" (membrillo se dice marmelo en portugués), y ésta a su vez del latín melimelum (un tipo de manzana) que tiene su origen en el griego melimelon (meli=miel y melón=manzana).

En 1238, el murciano Ibn Razin al-Tuyibi en su libro de gastronomía *Relieves de las mesas*, acerca de las delicias de la comida y los diferentes platos se refiere a la mermelada como a unas obleas que se desmigaban en miel o sirope para elaborar dulces. En 1480, la palabra aparece por primera vez en documentos en inglés, y se divulgó en el siglo XVII. Es en ese siglo que se elaboran por primera vez en Escocia las

famosas mermeladas de naranjas de Sevilla. La palabra se extendió por varios países europeos para designar conservas dulces sólo hechas con cítricos, en otros se empleó como sinónimo de "confitura de fruta", y en Portugal ha conservado su sentido original, dulce de membrillo.⁸

2.2. Carambola

Según María Fernanda rivera 2009 manifiesta que es “poca conocida y más bien exótica es una planta que crece en los trópicos y subtropical crece al interior de bosques intervenidos, en granjas, se cultiva también en huertas caseras de la región amazónica.

Su tamaño pequeño no deja de concentrar consigo un sabor agridulce que se puede degustar en su pulpa, pudiendo llegar a tener alguna que otra semilla. De esta manera la carambola alberga propiedades nutricionales limitadas por su gran cantidad de agua pero que benefician siempre a nuestro organismo.”

2.2.1. Azúcar

Según es.wikipedia.org/wiki/**Azúcar** manifiesta que “**Sacarosa**, cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. En ámbitos industriales se usa la palabra **azúcar** o azúcares para designar los diferentes monosacáridos y disacáridos, que generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono.

El azúcar puede formar caramelo al calentarse por encima de su punto de descomposición (reacción de caramelización). Si se calienta por encima de 145 °C en presencia de compuestos amino, derivados por ejemplo de proteínas, tiene lugar el

⁸ es.wikipedia.org/wiki/Mermelada

complejo sistema de reacciones de Maillard, que genera colores, olores y sabores generalmente apetecibles, y también pequeñas cantidades de compuestos indeseables.

El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociado a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales”.

2.2.2. Buenas prácticas de manufactura (BPM)

Según www.emagister.com/...higiene...manipulacion-alimentos/manipulacio.

Manifiesta que “son los principios básicos y practicas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

Las BPM son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación.

Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación. Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano. Son indispensables para la aplicación del Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), de un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de un Sistema de Calidad como ISO 9000. Se asocian con el Control a través de inspecciones del establecimiento”

La higiene de alimentos son el conjunto de medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad, limpieza y calidad de los alimentos en cualquier etapa de su manejo.

Manipulador de alimentos es toda persona que interviene directamente y, aunque sea en forma ocasional, en actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte y expendio de alimento”

2.2.3. Desinfección – descontaminación

Es el tratamiento físico-químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgos para la salud pública y reducir substancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

2.2.4. Equipo

Es el conjunto de maquinaria, recipientes, vajillas, cuchillos, tabla de pelar, cocina, balanza gramera, y demás accesorios que se empleen en la fabricación, procesamiento, preparación, envase de la elaboración de la mermelada

2.2.5. Grados Brix

“(Símbolo °**Bx**) sirven para determinar el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido. Dicho de otro modo, en 100 g de solución hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua. Los grados Brix se cuantifican con un sacarímetro -que mide la densidad (o gravedad específica) de líquidos- o, más fácilmente, con un refractómetro.

La escala Brix es un refinamiento de las tablas de la escala Balling, desarrollada ésta por el químico alemán Karl Balling. La escala Plato, que mide los grados Plato, también parte de la escala Balling. Se utilizan las tres, a menudo alternativamente. Sus diferencias son de importancia menor. La escala Brix se usa, sobre todo, en fabricación

de zumos (jugos), de vinos de frutas y de azúcar a base de caña. La escala Plato se utiliza, sobre todo, en elaboración de cerveza. La escala Balling es obsoleta, pero todavía aparece en los sacarímetros más viejos.⁹

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Grado_Brix

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Aspecto metodológico del estudio

3.2. Ubicación

La presente investigación se realizó en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, en las instalaciones del ISTEAC

3.3. Tipo de investigación

La investigación fue experimental-relacional-No observacional.

3.3.1. Experimental

Es experimental, porque es una investigación que relaciona la causa - efecto entre las variables, ya que por medio del diseño experimental a aplicarse se podrá determinar el mejor tratamiento dado en la investigación.

3.3.2. Relacional

Las variables se pueden relacionar directa o inversamente entre ellas, mostrando una causalidad causa-efecto. Este tipo de investigación se aplicara ya que para la obtención de la conserva de mermelada de carambola existe una variedad de carambola, temperatura, tiempo de escaldado con la acide, pH y grados Brix de la conserva.

Porque las variables se relacionan inversamente o directamente entre ellas, para obtener el mejor tratamiento, usando un diseño experimental

3.3.3. No observacional

Porque las variables van a ser modificadas para obtener diferentes resultados, las veces que sea necesario, de acuerdo a las necesidades de la investigación.

3.4. Métodos de investigación

3.4.1. Método observación científica

Para conocer rasgos existentes del objeto de estudio.

3.4.2. Método inductivo

Observación de fenómenos particulares, para llegar al conocimiento

3.4.3. Método de analítico

Dividir el todo en partes, y revisar cuidadosamente cada una de las partes.

Método estadístico: Realizar los análisis de datos, para transformarlos en información.

3.4.4. Método estadístico

Porque permite transformar en información el análisis de los datos y de allí extraer resultados, conclusiones y recomendaciones

3.4.5. Métodos de laboratorio

Mediante este método se realizará todos los análisis a nivel de laboratorio.

3.4.6. Métodos experimentales

Experimental puesto que el investigador manipulo los indicadores, con el máximo control, observando el efecto en las respectivas variables y preciso la relación causa efecto, dando así la predicción de resultados que se presentan si se introducen las modificaciones en las condiciones.

3.4.7. Fuentes y técnicas de la investigación

3.4.7.1. Fuentes

Para la obtención de información se utilizará:

Fuentes primarias.- En el caso de que existan en la biblioteca de la UTE. y Crecer Más

Fuentes secundarias.- se hará el uso de libros enfocados a la carrera Agroindustriales

3.4 .7.2. Técnicas

Para el desarrollo de la investigación se utilizará lo siguiente:

- Normas INEN
- Consulta a Expertos
- Técnicas de laboratorio
- Revisión de documentos
- Internet

3.5. Variables

3.5.1. Variables Independientes

- c) Variedad

d) Concentración de azúcar

3.5.2. Variables Dependientes

- Grados Brix
- pH
- Acidez

3.5.3. Indicadores

Cuadro N°: 9
Indicadores

NOMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDIDA	TIEMPO DE MEDIDA
C. Bromatológicas			
• Acidez.	Porcentaje	Análisis de Laboratorio.	Entrada y salida del producto
C. Químicas			
• pH	Unidad	Análisis de Laboratorio.	Entrada y salida del producto
C. Físicas			
• Rendimiento	%	Balanzas y cálculos.	Entrada y salida del producto
C. Organolépticas			
• Color	Ponderación	Encuestas	Salida del Producto
• Sabor	Ponderación	Encuestas	Salida del Producto

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

3.5.4. Tratamientos de los datos

Los datos obtenidos serán analizados cualitativa y cuantitativamente, los resultados serán tabulados y representados en graficas estadísticas para su mejor comprensión.

Cuadro N°: 10
Esquema de la ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	gl.
TOTAL	17
Tratamientos	5
Factor A	1
Factor B	2
A x B	2
Error experimental	12

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

3.6. Diseño estadístico para la prueba de hipótesis

Niveles de estudio:

Factor A: Variedad

A1= Ácida

A2= Dulce

Factor B: Concentración de azúcar en el jugo

B1= 20⁰Brix

B2= 30⁰Brix

B3= 40⁰Brix

Tratamientos

1. **A1B1= 20⁰Brix* Ácida**
2. **A1B2= 30⁰Brix* Ácida**
3. **A1B3= 40⁰Brix* Ácida**
4. **A2B1= 20⁰Brix* Dulce**

5. **A2B2**= 30⁰Brix* Dulce

6. **A2B3**= 40⁰Brix* Dulce

Total de tratamientos = 6

Repeticiones= 3

Diseño experimental = se aplicara un diseño experimental A*B con 3 repeticiones

3.7. Materiales, equipos y materia prima utilizados para la elaboración de conserva en mermelada de carambola

3.7.1. Materiales

- Mesas
- Ollas
- Cucharas
- Cuchillos
- Tinajas de plástico.
- Frascos de vidrio transparente.
- Tapas de rosca.
- Vasos de precipitación
- Pipetas.

3.7.2. Equipos

- Brixómetro.
- Peachímetro.
- Cocina industrial
- Licuadora
- balanza.

- Termómetro
- Equipo para medición de acidez

3.7.3. Reactivos

- Hidróxido de sodio (NaOH).
- Fenolftaleína

3.7.4. Materia prima

- Carambola
- Azúcar

3.8. Población /Muestra

3.8.1. Población

Para el desarrollo de la investigación que se propone se trabajará con la población que se resume en la siguiente tabla:

Cuadro N°: 11
Tabla: resumen de población a investigarse

DETALLE	FRECUENCIA
Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la ITEC	25
Docentes del ISTEAC	10
TOTAL	35

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

3.8.2. Muestra

La muestra con la que se trabajara está calculada con la siguiente formula.

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

m = Población o Universo

e^2 = Error admisible $(0.05)^2$ o de 5%

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

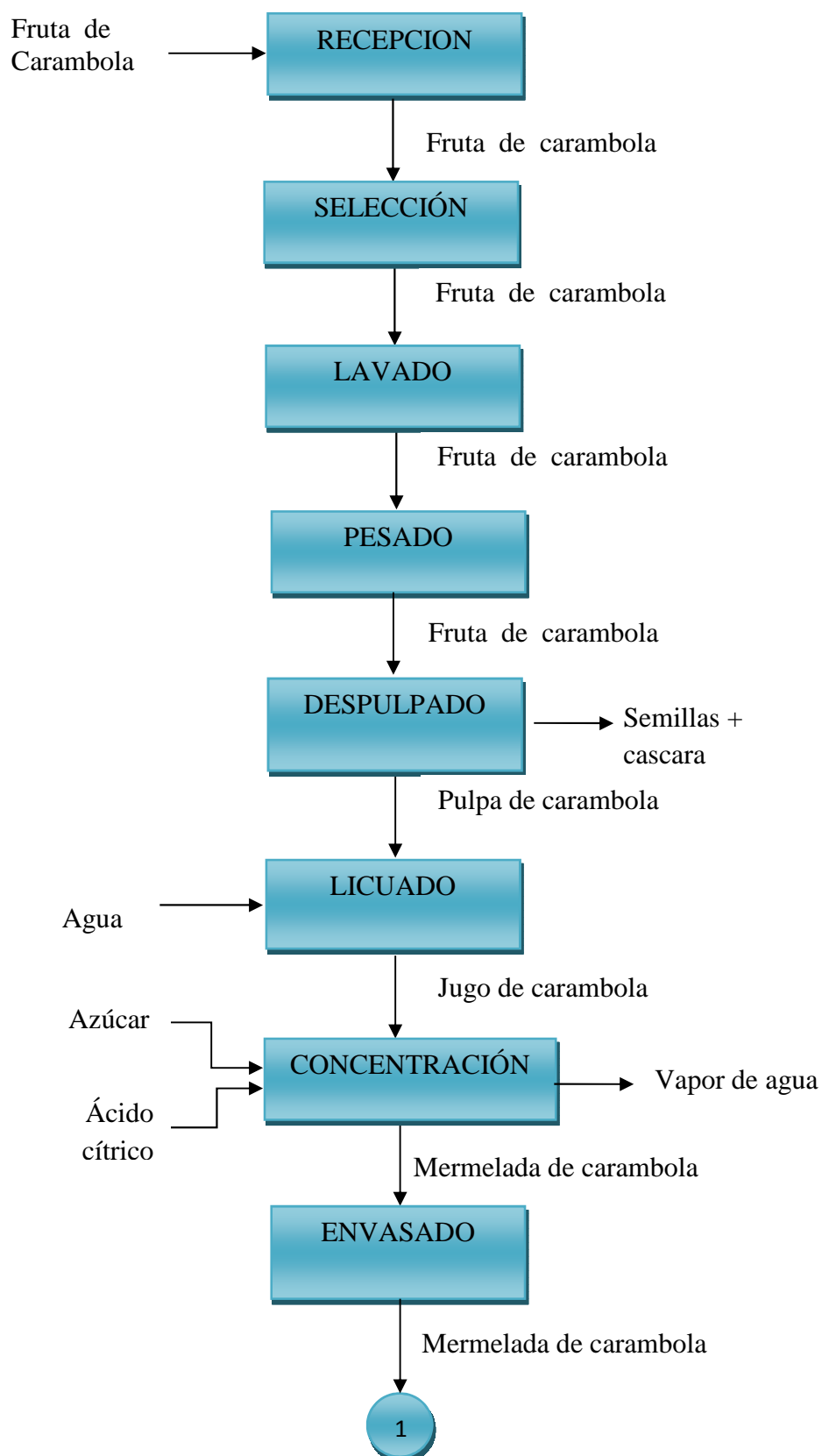
$$n = \frac{35}{(0.05)^2(35 - 1) + 1}$$

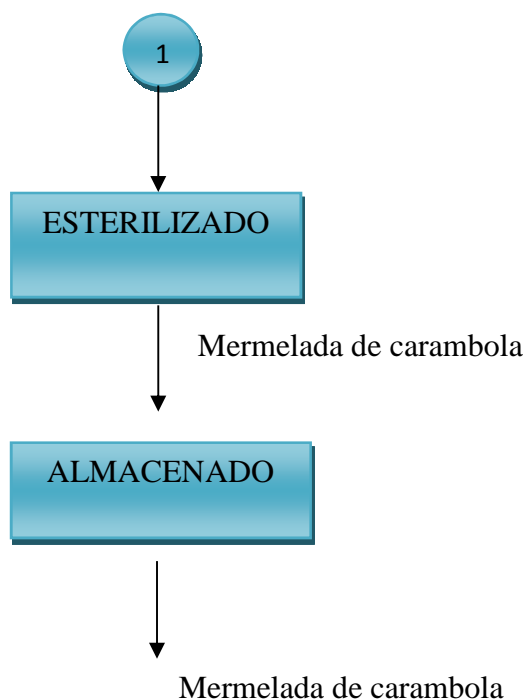
$$n = \frac{35}{1.085}$$

$$n = 32,26 \approx 32$$

Se estableció una muestra de tamaño de 32 por medio de la formula respectiva.

3.9. Diagrama de flujos cualitativo para la elaboración de mermelada de carambola a nivel de laboratorio





Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

3.9.1. Descripción de del flujograma

3.9.1.1. Recepción de la materia prima

El proceso empieza con la adquisición de la materia prima que ha sido cosechada en estado de madurez de un 70% a 80% de la fruta total, una parte de la materia prima proviene del vivero de productos campesino de Lago Agrio, esta viene con impurezas (tierra, hojas, palos gusanos, etc.), para obtener un producto de calidad la materia prima debe ser de buena calidad.

Cuadro N°: 12
Composición de la carambola

	⁰ Brix	pH
Dulce	8	3,8
Ácida	7	2

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

3.9.1.2. Selección

Uno de los factores más elementales en la obtención del producto final es la selección de la materia prima, es conveniente usar fruta de primera calidad, tamaño, color y estado de madurez uniforme. El estado de madurez debe ser de preferencia de un 70% a 80%.

En esta operación se descartan los frutos con daño físico químico y biológico, las frutas golpeadas y malogradas contienen microorganismos como mohos, levaduras o bacterias que pueden actuar durante el proceso, por lo que no es conveniente usarlas.

3.9.1.3. Lavado

Se realizó un lavado con agua potable el fin de eliminar las partículas extrañas adheridas a la fruta.

El lavado es una operación necesaria ya que generalmente establece el punto de partida de cualquier proceso de producción de frutas. Obteniendo así una fruta limpia y lista para el proceso.

3.9.1.4. Pesado

La fruta que ingresa al proceso va a ser pesada en una báscula con la finalidad de saber con qué cantidad de carambola vamos a iniciar el proceso, dato importante para determinar el rendimiento del producto. Se utilizaron las siguientes formulaciones.

Cuadro N°: 13
Formulaciones

Materia prima	Cantidad (M1)	Cantidad (M2)	Cantidad (M3)
Jugo de carambola	3,6 (Kg) = 78%	3,6 (Kg) = 68%	3,6 (Kg) = 58%
Azúcar (Brix)	0,54 (Kg) = 20%	1 (Kg) = 30%	1,42(Kg) = 40%
Ácido cítrico	0,00052 (gr) = 2%	0,00080(gr) = 2%	0,001(gr) = 2%

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

3.9.1.5. Despulpado

El despulpado se hace manualmente con cuchillos de mesa, separando las semillas más las cascara, la carambola dulce deben permanecer sumergida en agua al tiempo, para evitar el oscurecimiento de la fruta.

3.9.1.6. Licuado

Las frutas se cortan en pedazos pequeños de 1cm x 1 cm. Donde al ser cortado en proporciones pequeñas no se atasquen en la licuadora, claro que se le añada 21% de agua de la fruta total

3.9.1.7. Concentración

La fruta se calienta en una olla en preferencia de acero inoxidable con el 30% de azúcar y el ácido cítrico, se cruce por 20min mas removiendo constantemente la mezcla. Se agrega un 70% del azúcar restante mezclando uniformemente, se sigue con cocción aproximadamente por 20 min removiendo constante mente hasta que la mezcla alcance los 65° Brix lo que se reconoce cuando al pasar la paleta se va al fondo de la olla. Otra forma de reconocer que la mermelada está en su punto es colocando a una o dos gotas de la mezcla en un vaso de agua fría, está al caer al fondo conserva su forma sin desintegrarse, como también con el brixometro.

3.9.1.8. Envasado

El envasado se realiza a no menos de 85°C, en envase previamente esterilizado por acción de vapor de agua sobre calentado o agua en ebullición. Se deja un espacio de 1cm. Desde el borde del frasco

3.9.1.9. Esterilizado

La esterilización se la realizó a 95°C por 15 min

3.9.1.10. Almacenado

La mermelada se almacena en anaqueles por lo menos una semana antes de su venta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño experimental de la mermelada de carambola

Tabla de ADEVA para la variable pH

Cuadro N°14
Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	14,58	1	14,58	972,00	<0,0001
Concentración Azúcar	0,19	2	0,10	6,33	0,0133
Variedad* Concentración Azúcar	1,47	2	0,74	49,00	<0,0001
Error	0,18	12	0,02		
Total	16,42	17			

Cv= 3.53%

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

En esta tabla de ADEVA al 5%, para la variable pH se obtuvo que todos los factores y su interacción son significativa. El estudio se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. Las variedades de carambola y la utilización de diferentes concentración de azúcar producen cambios en el pH de la mermelada de carambola.

Cuadro N°15
Prueba de tukey para el factor variedad de carambola

Variedad	Medias	n	E.E.	
1	4,37	9	0,04	A
2	2,57	9	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Al haber diferencia significativa para el factor variedades de carambola, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtuvo dos rangos de significancia; en el primer rango se encuentra la variedad de carambola dulce con un promedio de pH 4.37, el segundo rango le corresponde a la variedad ácida con una media de pH de 2.57.

Cuadro N°16
Prueba de tukey para el factor ° Brix

<u>Concentración Azúcar</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
3	3,60	6	0,05	A	
1	3,45	6	0,05	A	B
2	3,35	6	0,05		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

En la prueba de Tukey al 5%, se obtuvo dos rangos de significancia en el primer rango como mejores tratamientos se encuentran al utilizar (20 y 40) °Brix con promedios de pH (3.60 – 3.45), en el segundo rango se ubica al utilizar 30 °Brix, con el promedio más bajo de pH 3.35.

Cuadro N°17
Prueba de tukey para la interacción variedad por concentración de azúcar

<u>Variedad</u>	<u>Concentración Azúcar</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
1	1	4,50	3	0,07	A	
1	2	4,50	3	0,07	A	
1	3	4,10	3	0,07		B
2	3	3,10	3	0,07		C
2	1	2,40	3	0,07		D
2	2	2,20	3	0,07		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

La interacción presentó alta significancia estadística por lo que se requirió aplicar la prueba de Tukey al 5%, en esta prueba se obtuvieron varios rangos de significación de los cuales los mejores tratamientos se lograron con la variedad carambola dulce con un contenido de azúcar inicial de (20 y 30) °Brix; con promedios de pH 4.50 en la mermelada de carambola. En el resto de rango presentaron pH menores.

El coeficiente de variación de 3.53%, indica buen manejo del experimento, en condiciones controladas.

Cuadro N°18
Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	872,67	5	174,53	166,31	<0,0001
Variedad	5,12	1	5,12	4,88	0,0474
Concentración Azúcar	848,60	2	424,30	404,31	<0,0001
Variedad* Concentración Azúcar	18,94	2	9,47	9,03	0,0041
Error	12,59	12	1,05		
Total	885,26	17			

Cv= 1,37%

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

La tabla de ADEVA al 5% para concentración de azúcar de la mermelada de carambola, indica que los dos factores e interacción son significativos. Por lo tanto se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la nula.

El factor variedad y la cantidad de azúcar utilizada en la elaboración de la mermelada afectaron en la concentración de azúcar de la mermelada.

Cuadro N°19
Prueba de tukey para el factor variedad de carambola

<u>Variedad</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
2	74,47	9	0,34	A
1	75,53	9	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Al haber diferencia significativa para el factor variedades de carambola, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtuvo dos rangos de significancia; en el primer rango se encuentra la variedad de carambola ácida con un promedio de 74.47 °Brix. El segundo rango le corresponde a la variedad dulce con una media de 75.53 °Brix.

Cuadro N°20
Prueba de tukey para el factor concentración de azúcar en la formulación de mermelada

<u>Concentración Azúcar</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1	66,67	6	0,42	A
2	74,85	6	0,42	B
3	83,48	6	0,42	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

La prueba de Tukey al 5% para el factor ° Brix, mostró tres rangos de significancia; en el primer rango como el mejor tratamiento se obtuvo al utilizar 20 °Brix en la formulación inicial, con un promedios 66.67 °Brix en la mermelada.

A medida que aumenta la cantidad de azúcar en la formulación también se incrementa la concentración de azúcar finales de la mermelada.

Cuadro N°21
Prueba de tukey para la interacción variedad por ° Brix

Variedad	Concentración Azúcar	Medias n	E.E.	
1	1	66,43 3	0,59	A
2	1	66,90 3	0,59	A
1	2	74,70 3	0,59	B
2	2	75,00 3	0,59	B
2	3	81,50 3	0,59	C
1	3	85,47 3	0,59	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

La interacción presentó alta significancia por lo que se debió aplicar la aprueba de Tukey al 5%, en esta prueba se obtuvieron varios rangos de significación de los cuales los mejores tratamientos se lograron con las dos variedades de carambola y la menor cantidad de azúcar 20°Brix, con promedios de (66.43-66.90)°Brix en la mermelada.

En el último rango se ubicó el tratamiento con la variedad dulce y 40°Brix al inicio de la formulación, con un promedio de 85.4 °Brix en la mermelada.

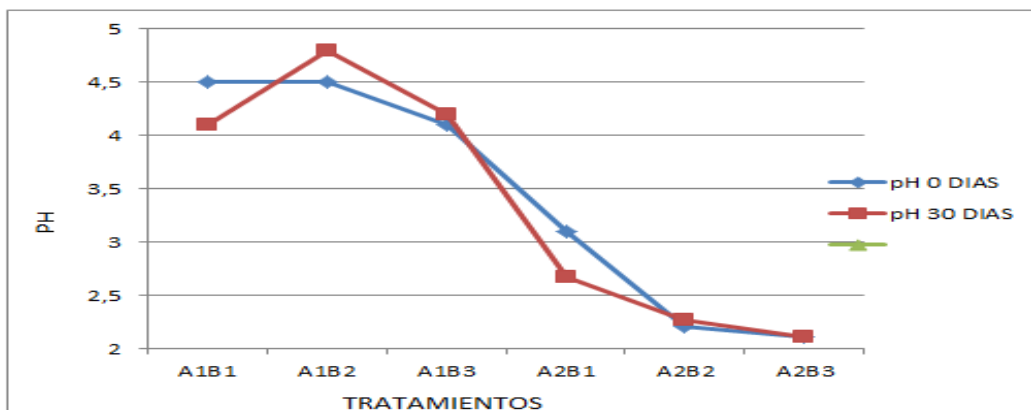
El coeficiente de variación es 1.37, indica buen manejo del experimento en condiciones controladas.

Cuadro N°22
Prueba de estabilidad en la mermelada al final del proceso
Después de los 30 días

TRATAMIENTOS	pH INICIAL	°BRIX INICIAL	pH A LOS 30 DÍAS	°BRIX A LOS 30 DIAS
A1B1	4.50	66.43	4.10	66.00
A1B2	4.50	74.70	4.80	70.00
A1B3	4.10	85.47	4.20	83.33
A2B1	3.10	66.90	2.67	67.33
A2B2	2.20	75.0	2.27	75.00
A2B3	3.10	81.50	2.10	80.0

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

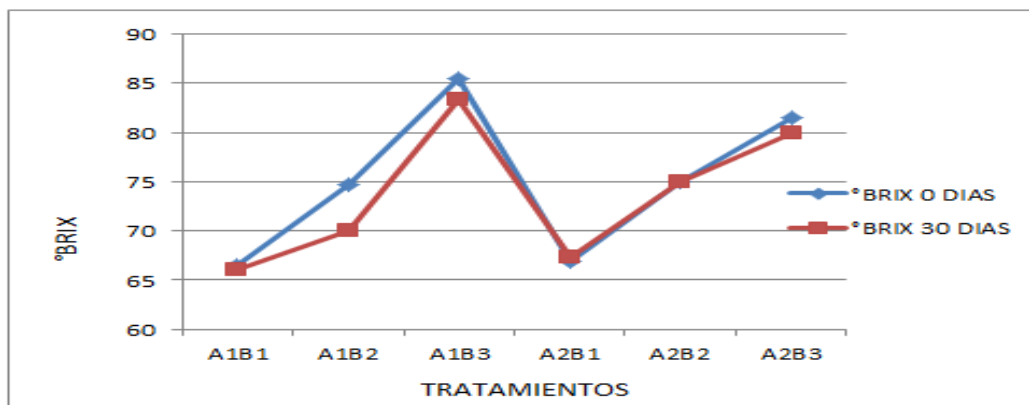
Gráfico N°1
Estabilidad del pH



Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

En la gráfica de pH, se observa que hasta los treinta días las muestras permanecen estables Invariablemente en todos los tratamientos. Los pequeños cambios se deben a la variación inherente al potenciómetro ± 0.5 .

Gráfico N°2
Gráfica de estabilidad de concentración de azúcar



Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

La gráfica de estabilidad de concentración de azúcar muestra que las mermeladas permanecen inalteradas en la concentración de azúcar hasta los treinta días de haber realizado el estudio.

4.2. Análisis de las encuestas

4.2.1. Tabulación y gráfico de información de encuestas

En los siguientes cuadros se puede apreciar los resultados de las encuestas en cuanto a las características tales como el olor, color, sabor, textura y aceptabilidad de la elaboración mermelada de carambola. Estas encuestas fueron realizadas en el ITEC a 35 personas

Cuadro No: 23

Análisis físico o sensorial de la mermelada de carambola

Parámetros	Resultado
Color	Muy bueno
Olor	Muy bueno
Sabor	Muy bueno
Textura	Muy bueno
Aceptabilidad	Muy bueno

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

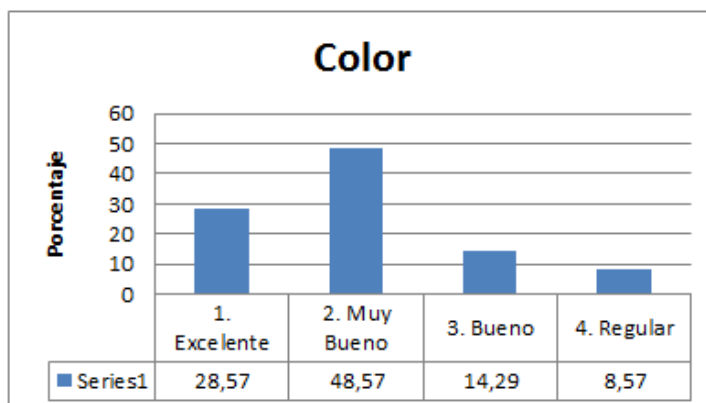
Cuadro No: 24

Valoración del color

	Opciones	Mermelada de carambola	%
COLOR	1. Excelente	10	28,57
	2. Muy Bueno	17	48,57
	3. Bueno	5	14,29
	4. Regular	3	8,57
TOTAL		35	100

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Gráfico No: 3
Valoración del Color



Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

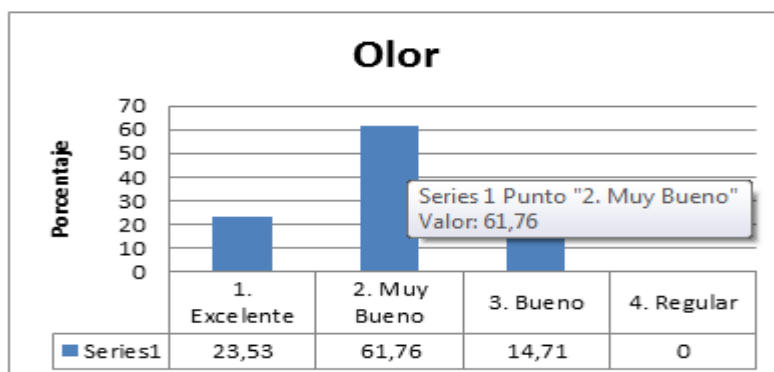
De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto al color, se puede apreciar que el 48,57% de las personas estuvieron de acuerdo con su color

Cuadro No: 25
Valoración del olor

	Opciones	Mermelada de carambola	%
OLOR	1. Excelente	8	23,53
	2. Muy Bueno	21	61,76
	3. Bueno	5	14,71
	4. Regular	0	0,00
	TOTAL	34	100

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Gráfico No: 4
Valoración del olor



Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

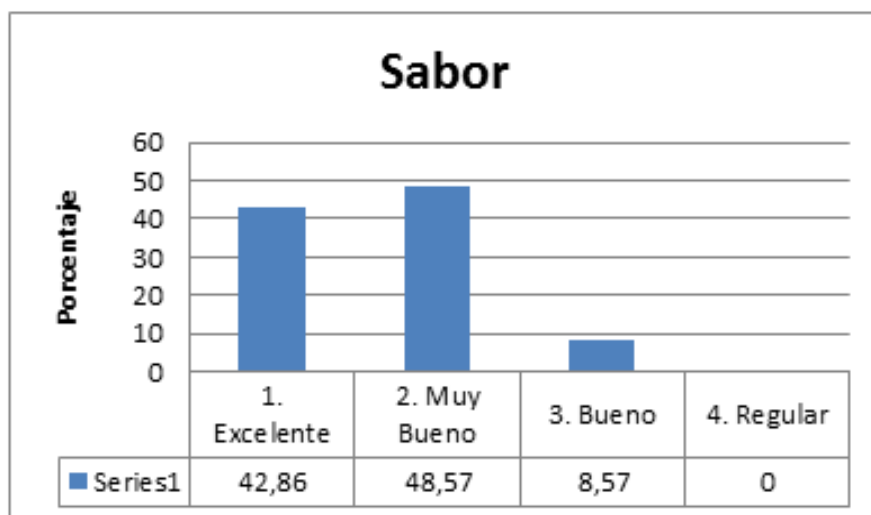
Los resultados brinda la información que el olor es agradable para el 61,76%, de las personas encuestadas

Cuadro No: 26
Valoración del sabor

	Opciones	Mermelada de carambola	%
SABOR	1. Excelente	15	42,86
	2. Muy Bueno	17	48,57
	3. Bueno	3	8,57
	4. Regular	0	0,00
TOTAL		35	100

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Gráfico No: 5
Valoración del sabor



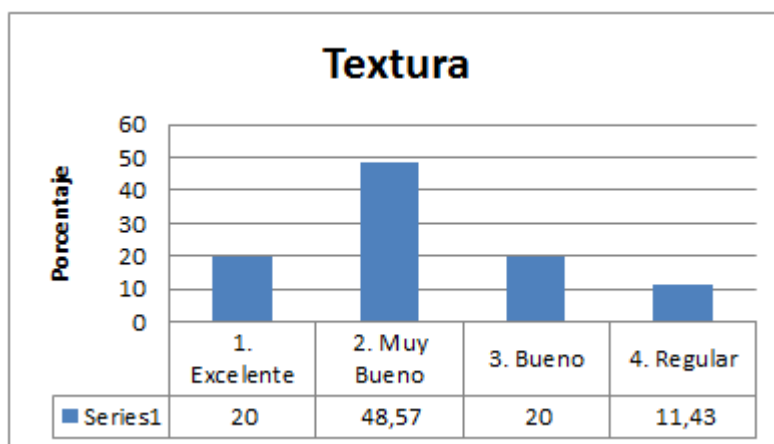
Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Cuadro No: 27
Valoración del textura

	Opciones	Mermelada de carambola	%
TEXTURA	1. Excelente	7	20,00
	2. Muy Bueno	17	48,57
	3. Bueno	7	20,00
	4. Regular	4	11,43
TOTAL		35	100

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Gráfico No: 6
Valoración del textura



Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

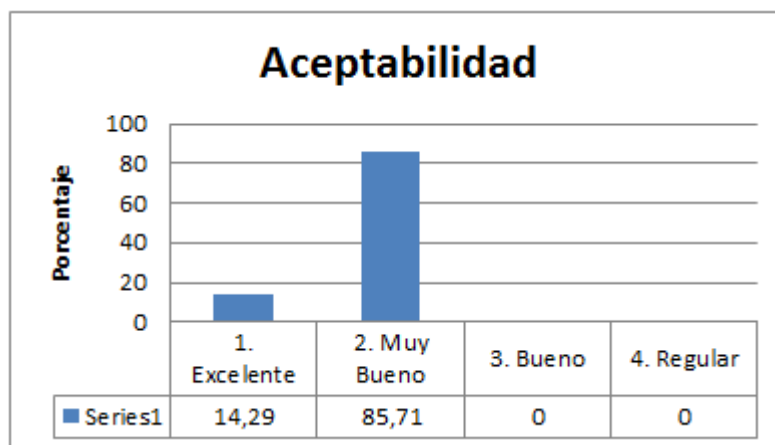
La textura en la mermelada fue muy agradable para los catadores dando una aceptabilidad de 48,57% un porcentaje muy elevado.

Cuadro No: 28
Valoración del aceptabilidad

	Opciones	Mermelada de carambola	%
ACEPTABILIDAD	1. Excelente	5	14,29
	2. Muy Bueno	30	85,71
	3. Bueno	0	0,00
	4. Regular	0	0,00
TOTAL		35	100

Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

Gráfico No: 7
Valoración del aceptabilidad



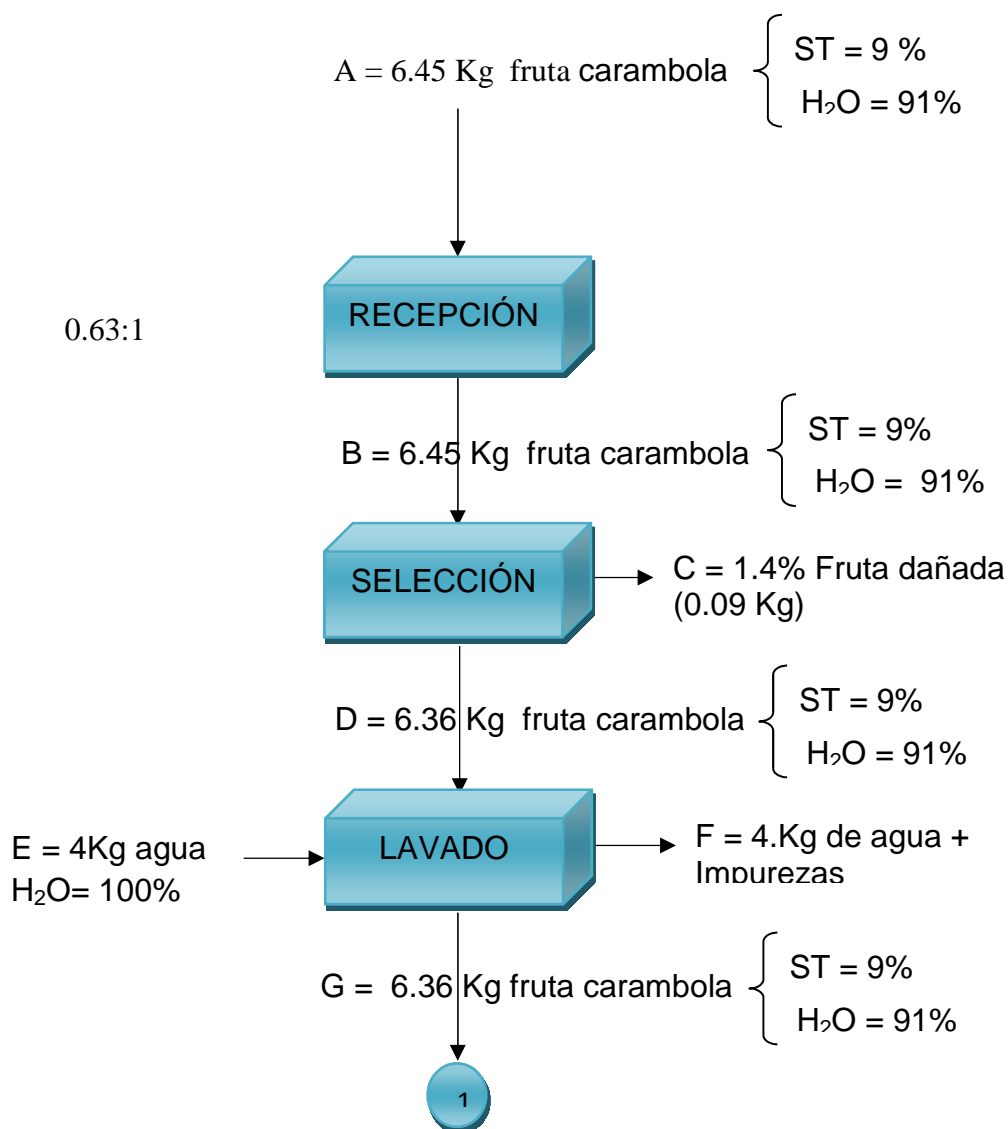
Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

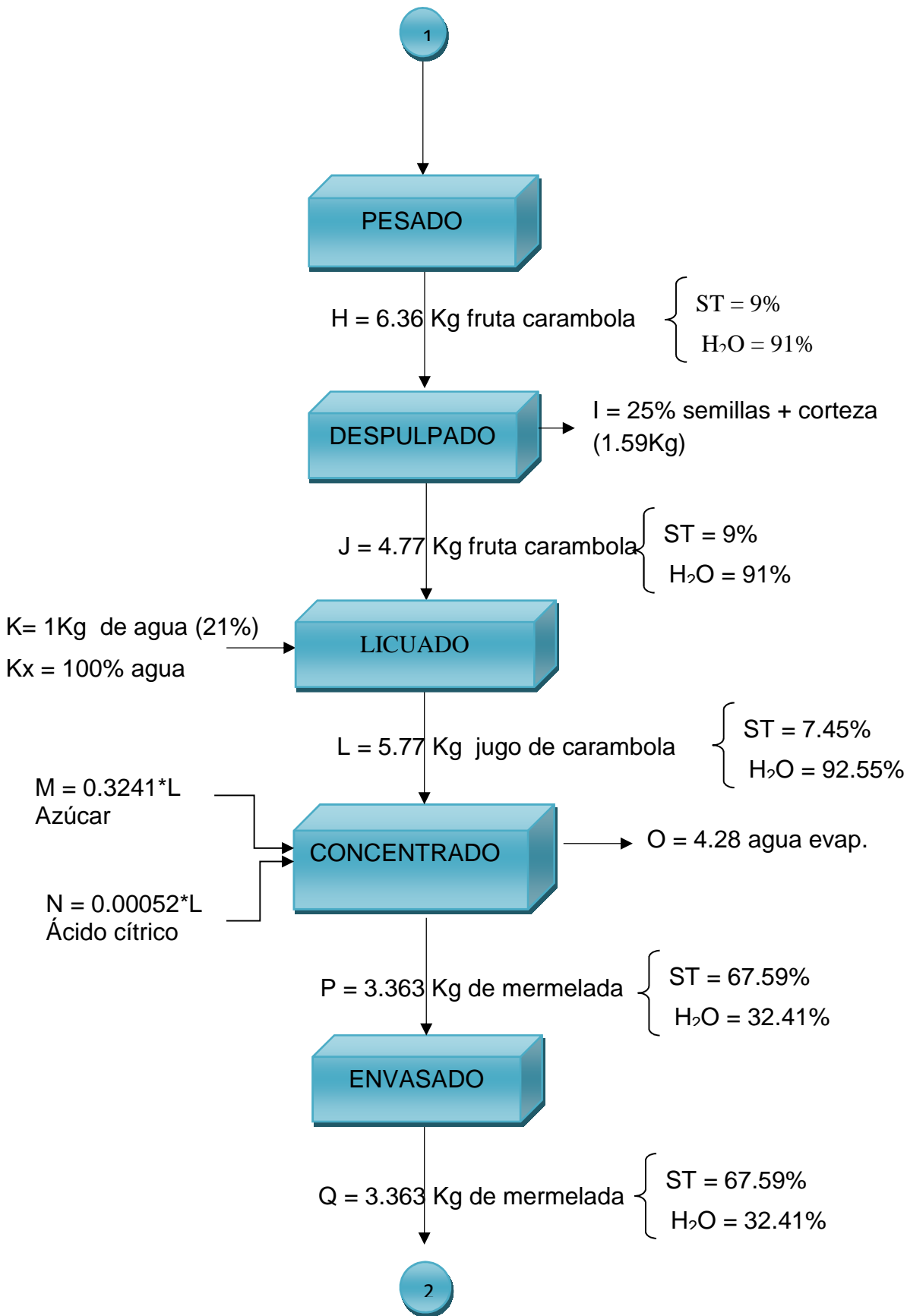
La aceptabilidad fue de 85.71% de los encuestados en el ISTECH por ser un producto novedoso y alternativo.

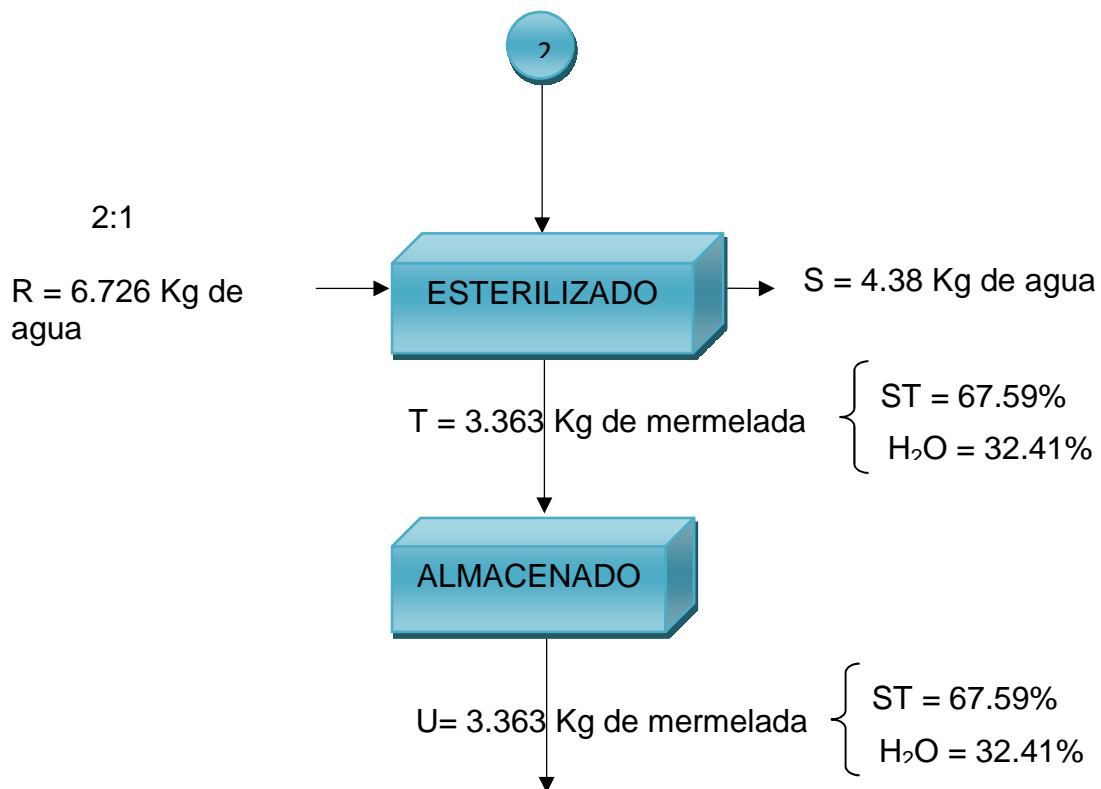
4.3. Balance de materia y energía

4.3.1. Diagrama de flujos cuantitativo para la elaboración de mermelada de carambola a nivel de laboratorio.

Base de cálculo 6.45 kg de fruta carambola



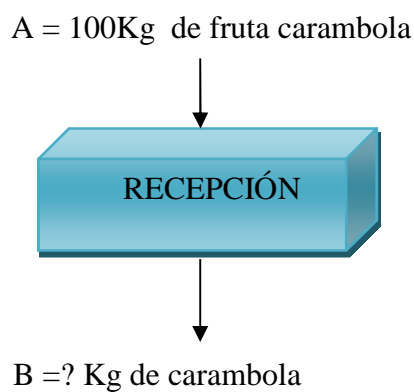




Elaborado por: Jonathan Gaona/2012

4.3.2. Balance de materia para la elaboración de mermelada de carambola a nivel planta piloto.

- **Balance de recepción**



- **Balance general**

$$A = B$$

$$B = 100\text{Kg de fruta carambola}$$

- **Balance parcial de agua**

$$A (A_x) = B (B_x)$$

$$100\text{Kg} (0.91) = 100\text{Kg} (B_x)$$

$$B_x = \frac{100\text{Kg}(0.91)}{100\text{Kg}}$$

$$B_x = 0.91 * 100$$

$$B_x = 91\%$$

- **Balance parcial de sólidos totales**

$$A (A_y) = B (B_y)$$

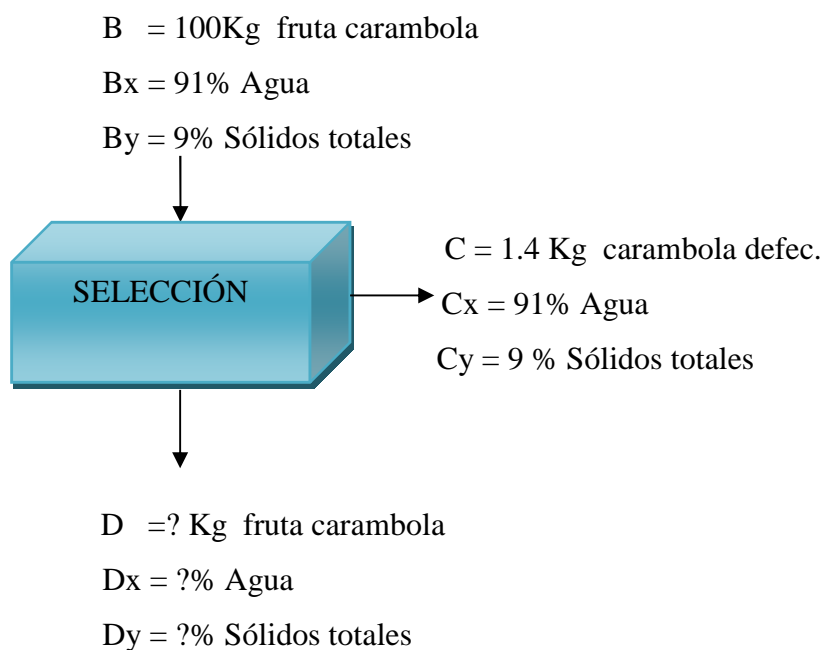
$$100\text{Kg} (0.09) = 100\text{Kg} (B_y)$$

$$B_y = \frac{100\text{Kg}(0.09)}{100\text{Kg}}$$

$$B_y = 0.09 * 100$$

$$B_y = 9\%$$

- **Balance en selección**



- **Balance general**

$$B = C + D$$

$$D = B - C$$

$$D = (100 - 1.4) \text{ Kg}$$

$$D = 98.6 \text{ Kg fruta carambola}$$

- **Balance parcial de agua**

$$B (B_x) = C (C_x) + D (D_x)$$

$$100\text{Kg} (0.91) = 1.4\text{Kg} (0.91) + 98.6\text{Kg} (D_x)$$

$$D_x = \frac{(91 - 1.27)\text{Kg}}{98.6\text{Kg}}$$

$$D_x = 0.91 * 100$$

$$D_x = 91\%$$

- **Balance parcial de sólidos totales**

$$B (B_y) = C (C_y) + D (D_y)$$

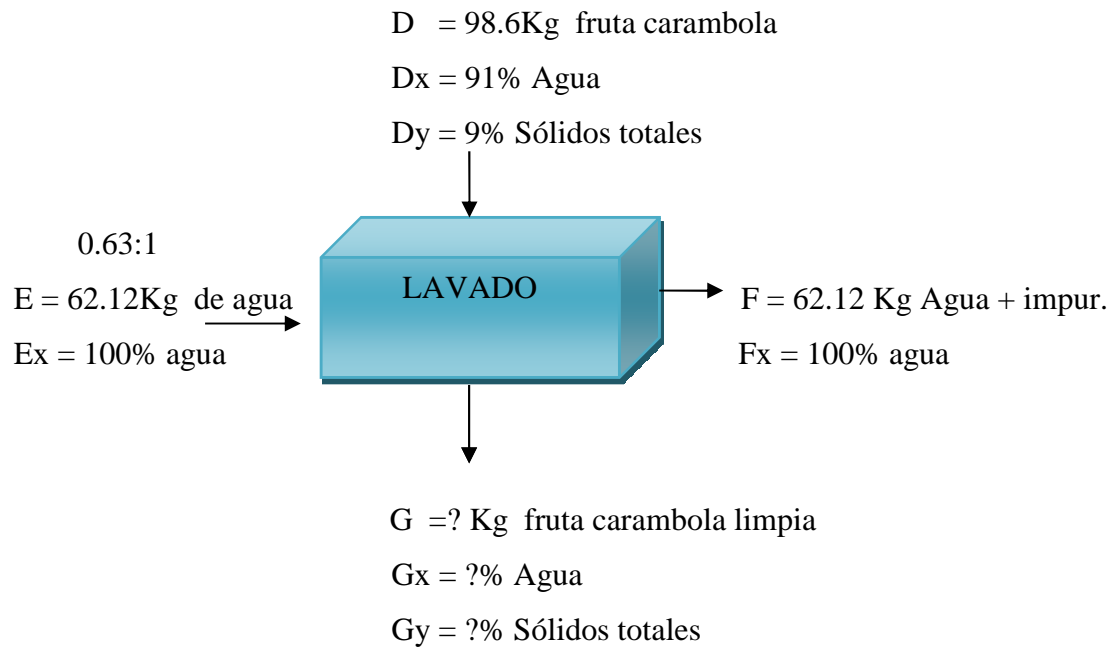
$$100\text{Kg} (0.09) = 1.4\text{Kg} (0.09) + 98.6\text{Kg} (D_y)$$

$$D_y = \frac{(9 - 0.126)\text{Kg}}{98.6\text{Kg}}$$

$$D_y = 0.09 * 100$$

$$D_y = 9\%$$

- **Balance en lavado**



- **Balance general**

$$D + E = F + G$$

$$G = D + E - F$$

$$G = (98.6 + 62.12 - 62.12)\text{Kg}$$

$$G = 98.6 \text{ Kg fruta carambola limpia}$$

- **Balance parcial de agua**

$$D (D_x) + E (E_x) = F (F_x) + G (G_x)$$

$$98.6\text{Kg} (0.91) + 62.12 (1) = 62.12 (1) + 98.6 (G_x)$$

$$G_x = \frac{(89.73 + 62.12 - 62.12)\text{Kg}}{98.6\text{Kg}}$$

$$G_x = 0.91 * 100$$

$$G_x = 91\%$$

- **Balance parcial de sólidos totales**

$$D (D_y) + E (E_y) = F (F_y) + G (G_y)$$

$$98.6\text{Kg} (0.09) + 62.12\text{Kg} (0) = 62.12\text{Kg} (0) + 98.6 (G_y)$$

$$G_y = \frac{(8.874 + 0 - 0)\text{Kg}}{98.6\text{Kg}}$$

$$G_y = 0.09 * 100$$

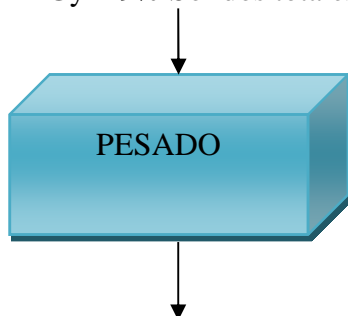
$$G_y = 9\%$$

- **Balance en pesado**

G = 98.6Kg fruta carambola limpia

G_x = 91% Agua

G_y = 9% Sólidos totales



H = ? Kg fruta carambola limpia

H_x = 91% Agua

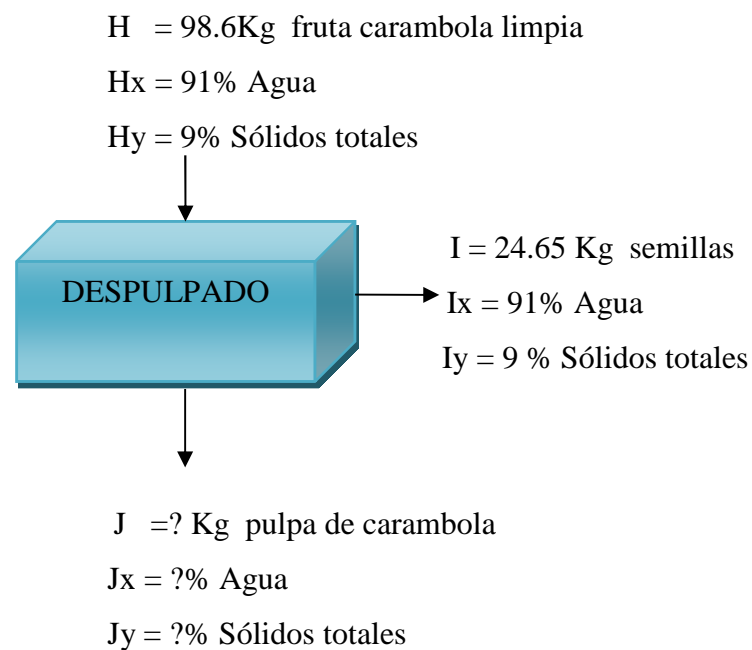
H_y = 9% Sólidos totales

- **Balance general**

$$G = H$$

H = 98.6 Kg fruta carambola limpia

- **Balance en pelado**



- **Balance general**

$$H = I + J$$

$$J = H - I$$

$$J = (98.6 - 24.65) \text{ Kg}$$

$$J = 73.95 \text{ Kg pulpa de carambola}$$

- **Balance parcial de agua**

$$H (Hx) = I (Ix) + J (Jx)$$

$$98.6\text{Kg} (0.91) = 24.65\text{Kg} (0.91) + 73.95\text{Kg} (Jx)$$

$$J_x = \frac{(89.73 - 22.43)\text{Kg}}{71.65\text{Kg}}$$

$$J_x = 0.827 * 100$$

$$J_x = 82.7\%$$

- **Balance parcial de sólidos totales**

$$H (H_y) = I (I_y) + J (J_y)$$

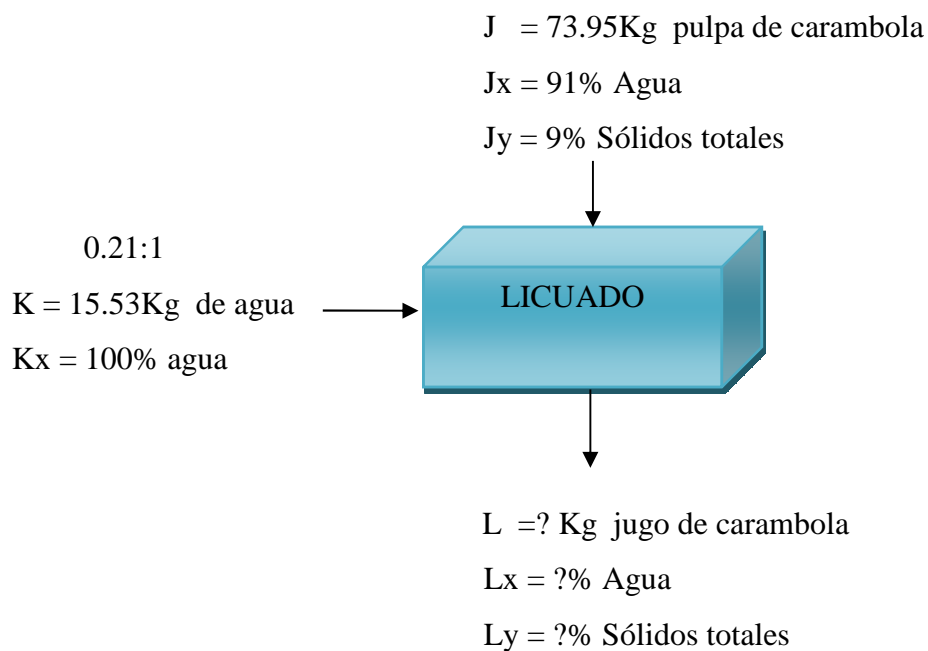
$$98.6\text{Kg} (0.09) = 24.65\text{Kg} (0.09) + 73.95\text{Kg} (J_y)$$

$$J_y = \frac{(8.87 - 2.22)\text{Kg}}{73.95\text{Kg}}$$

$$J_y = 0.09 * 100$$

$$J_y = 9\%$$

- **Balance en licuado**



- **Balance general**

$$J + K = L$$

$$L = (73.95 + 15.53) \text{ Kg}$$

$$L = 89.48 \text{ Kg}$$

- **Balance parcial de agua**

$$J (J_x) + K (K_x) = L (L_x)$$

$$73.95 \text{Kg} (0.91) + 15.53 \text{Kg} (1) = 89.48(L_x) \quad 7$$

$$L_x = \frac{(67.29 + 15.53) \text{Kg}}{89.48 \text{Kg}}$$

$$L_x = 0.9256 * 100$$

$$L_x = 92.56\%$$

- **Balance parcial de sólidos totales**

$$J (J_y) + K (K_y) = L (L_y)$$

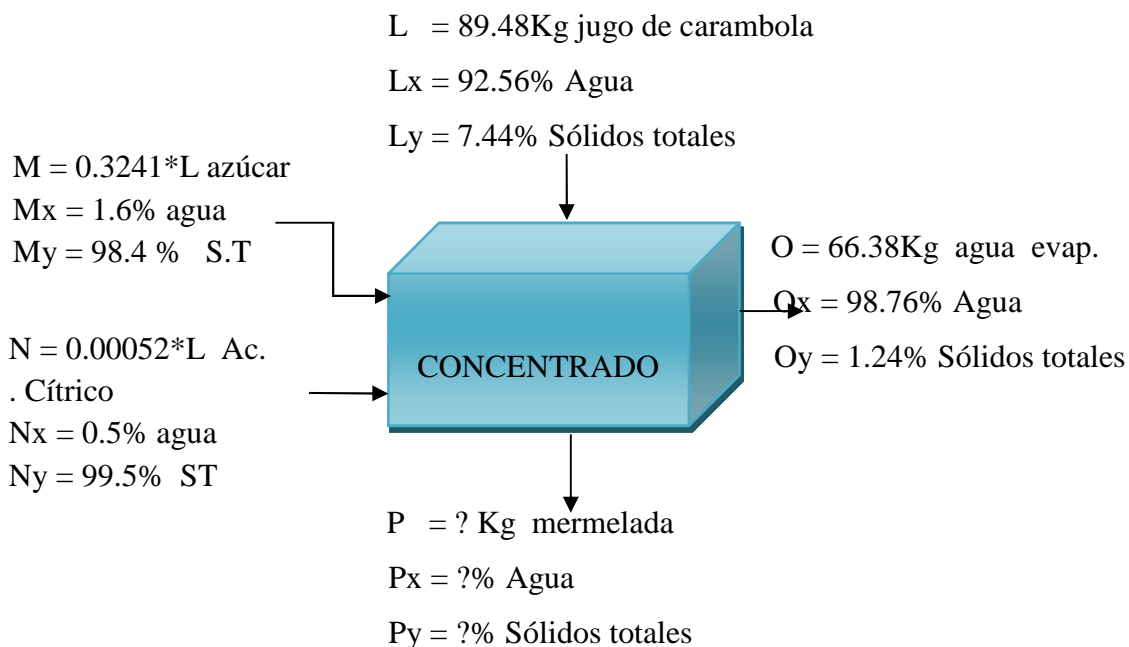
$$3.95 \text{Kg} (0.09) = 89.48(L_y)$$

$$L_y = \frac{(6.65 + 0) \text{Kg}}{91 \text{Kg}}$$

$$L_y = 0.0744 * 100$$

$$L_y = 7.44\%$$

- **Balance en concentrado**



- **Balance de azúcar**

$$M = 0.3241 * L$$

$$M = 0.3241 * 89.48\text{Kg}$$

$$M = 29\text{Kg}$$

- **Balance de Ácido cítrico**

$$N = 0.00052 * L$$

$$N = 0.00052 * 89.48\text{Kg}$$

$$N = 0.0465\text{Kg}$$

- **Balance general**

$$L + M + N = O + P$$

$$P = L + M + N - O$$

$$P = (89.48 + 29 + 0.0465 - 66.38) \text{ Kg}$$

$$P = 52.15\text{Kg de mermelada}$$

- **Balance parcial de agua**

$$L (L_x) + M (M_x) + N (N_x) = O (O_x) + P (P_x)$$

$$89.48\text{Kg} (0.9256) + 29\text{Kg} (0.016) + 0.0465\text{Kg} (0.005) = 66.38\text{Kg} (1) + 52.15\text{Kg} (P_x)$$

$$P_x = \frac{(82.82 + 0.464 + 0.00023 - 66.38)\text{Kg}}{52.15\text{Kg}}$$

$$P_x = 0.3241 * 100$$

$$P_x = 32.41 \%$$

- **Balance parcial de agua**

$$L (L_y) + M (M_y) + N (N_y) = O (O_y) + P (P_y)$$

$$89.48\text{Kg} (0.0744) + 29\text{Kg} (0.984) + 0.0465\text{Kg} (0.995) = 66.38\text{Kg} (0) + 52.15\text{Kg} (P_y)$$

$$P_y = \frac{(6.66 + 28.54 + 0.0463 - 0)\text{Kg}}{52.15\text{Kg}}$$

$$P_y = 0.6759 * 100$$

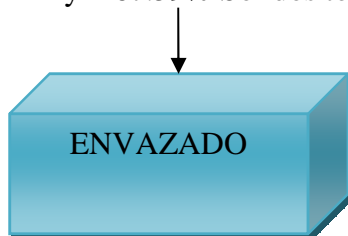
$$P_y = 67.59 \%$$

- **Balance en pesado**

P = 52.15Kg de mermelada

P_x = 32.41% Agua

P_y = 67.59% Sólidos totales



R = ? Kg de mermelada

R_x = 32.41% Agua

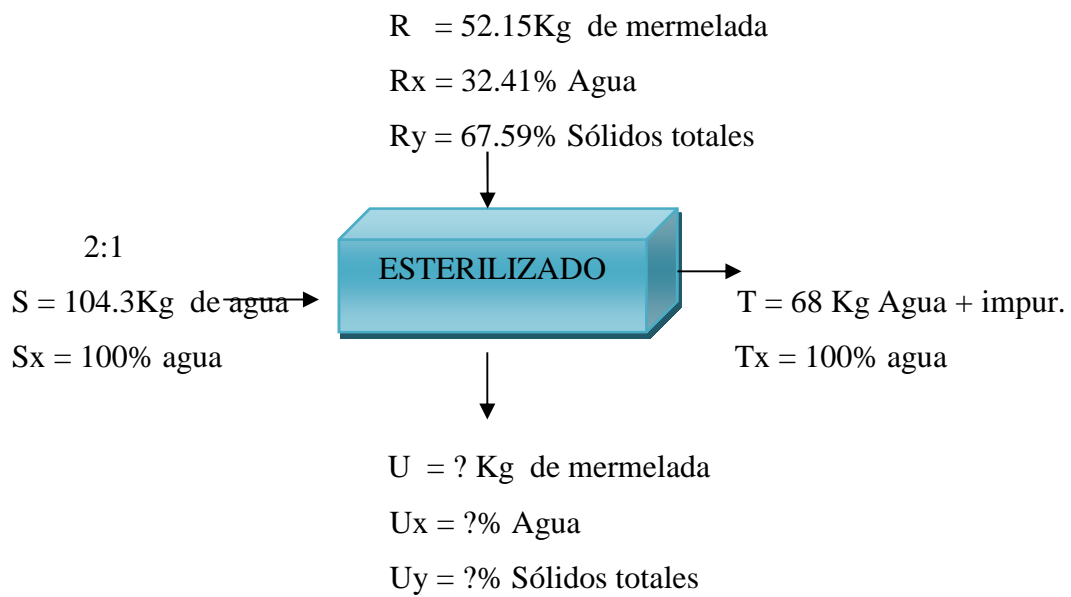
R_y = 67.59% Sólidos totales

- **Balance general**

$$P = R$$

$$R = 52.15 \text{ Kg de mermelada}$$

- **Balance en esterilizado**



- **Balance en agua**

$$S = 2 * R$$

$$S = 2 * 52.15$$

$$S = 104.3$$

- **Balance general**

$$R = U$$

$$U = 52.15\text{Kg d mermelada}$$

- **Balance parcial de agua**

$$R (R_x) = U (U_x)$$

$$52.15\text{Kg} (0.3241) = 52.15\text{Kg} (U_x)$$

$$U_x = \frac{52.15\text{Kg}(0.3241)}{52.15\text{Kg}}$$

$$U_x = 0.3241 * 100$$

$$U_x = 32.41\%$$

- **Balance parcial de sólidos totales**

$$R (R_y) = U (U_y)$$

$$52.15\text{Kg} (0.6759) = 52.15\text{Kg} (U_y)$$

$$U_y = \frac{100\text{Kg}(0.6759)}{100\text{Kg}}$$

$$U_y = 0.6759 * 100$$

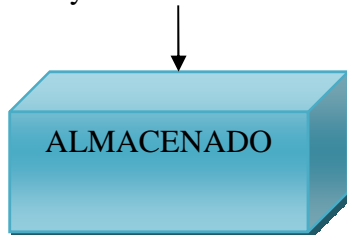
$$U_y = 67.59\%$$

- **Balance en almacenado**

$U = 52.15\text{Kg}$ de mermelada

$U_x = 32.41\%$ Agua

$U_y = 67.59\%$ Sólidos totales



$V = ? \text{Kg}$ de mermelada

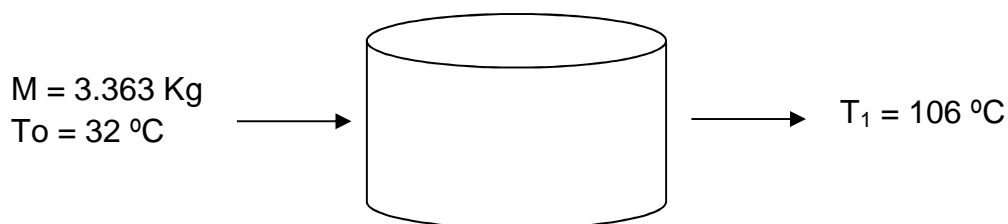
$V_x = 32.15\%$ Agua

$V_y = 67.59\%$ Sólidos totales

4.3.3. Balance de energía para la elaboración de mermelada de carambola a nivel de laboratorio.

4.3.3.1. Balance de energía en la etapa de concentración de la mermelada

Cálculo de calor por conducción



Calor de las paredes

Datos:

$$k = 237 \text{ W/m }^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ externa}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ interna}} = 86 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$D_x = 0.00015 \text{ m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea olla}} = 2 * \pi * r * L$$

$$\dot{A}_{\text{rea olla}} = 2(3.1416) * 0.0825 \text{ m} * 0.095$$

$$\dot{A}_{\text{rea olla}} = 0.0492 \text{ m}^2$$

$$Q = - K A \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

$$Q = - 273 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} * 0.0492 \text{ m}^2 * \left(\frac{70-86}{0.0015 \text{ m}} \right)^\circ\text{C}$$

$$Q = 143270.4 \frac{\text{J}}{\text{sg}} * \frac{60 \text{ sg}}{1 \text{ min}} * \frac{1 \text{ Kj}}{1000 \text{ J}} * 110 \text{ min} = 945584.64 \text{ Kj}$$

Cálculo del calor teórico del producto

❖ Calor específico de la mermelada

Datos:

$$\% \text{ Humedad} = 32.41 \%$$

$$\% \text{ sólidos} = 67.59 \%$$

$$C_{p\text{agua}} = 4.19 \text{ KJ} / \text{Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{Sólido}} = 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{mermelada}} = \frac{MH_2O}{M} * C_{pH_2O} + \frac{Msólido}{M} C_{pSólido}^{10}$$

$$C_{p\text{mermelada}} = \frac{32.41}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} + \frac{67.59}{100} * 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{mermelada}} = 2.2906 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

Datos:

$$M = 3.363 \text{ Kg}$$

$$C_{p \text{ de mermelada}} = 2.2932 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

❖ Calor sensible

$$Q_s = m * C_p * \Delta T^{11}$$

$$Q_s = 3.363 \text{ Kg} * 2.2932 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * (106 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 570.69 \text{ KJ}$$

¹⁰ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de Calor específico de los productos alimentarios. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 104.

¹¹ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

❖ **Calor latente**

$$M_{\text{agua}} = 4.28 \text{Kg}$$

$$hfg_{106^{\circ}\text{C}} = 2234.18 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M_{\text{agua}} * hfg_{70^{\circ}\text{C}}^{12}$$

$$Q_l = 4.28 \text{Kg} * 2233.85 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 9562.29 \text{ KJ}$$

❖ **Calor total teórico del producto**

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

$$Q_T = (570.69 + 9562.29) \text{KJ} + 20\%$$

$$Q_T = 10132.98 \text{KJ} + 20\%$$

$$Q_T = 12159.57 \text{KJ}$$

Calor total práctico del producto

PC_{GAS} = Poder calorífico del gas

M_{GAS EVA} = Masa gas evaporado

QP = Calor práctico

$$QP = PC_{\text{GAS}} * M_{\text{GAS EVA}}$$

$$QP = 46350 \text{ KJ/Kg} * 1 \text{Kg}$$

$$QP = 46350 \text{KJ}$$

¹²BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor latente. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

Porcentaje de eficiencia

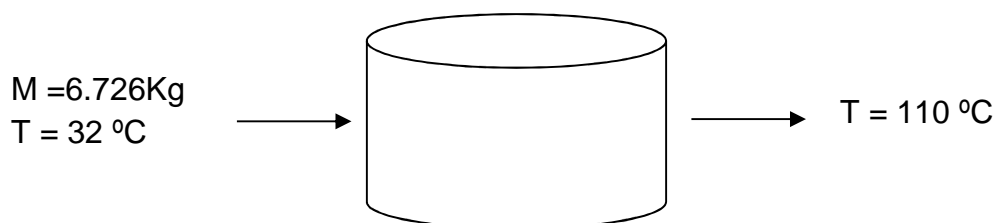
$$\%E = \frac{\text{Calor total de vapor}}{Q \text{ Experimental}} * 100$$

$$\%E = \frac{12159.57\text{KJ}}{46350\text{KJ}} * 100$$

$$\%E = 26.23 \%$$

Balance de energía en la etapa de esterilización.

Calculo del calor por conducción



Calor del agua para el evacuado de los envases

$$Q_{H_2O} = m * C_p H_2O * \Delta T^{13}$$

$$Q_l = 6.726\text{Kg} * 4.1804\text{KJ/Kg} \cdot \text{°C} * (110 - 32)\text{ °C}$$

$$Q_l = 2193.15\text{KJ}$$

Calor de los recipientes o envases de vidrio

$$Q_{\text{Recipiente}} = m_{\text{Recipiente}} * C_{e \text{ Recipiente}} * \Delta T^{14}$$

¹³BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

¹⁴BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$Q_{\text{Recipiente}} = 4.83\text{Kg} * 0.84\text{KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} * (110 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Recipiente}} = 316.46\text{KJ}$$

Calor de la mermelada

$$C_{e \text{ mermelada}} = 2.2906\text{KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{mermelada}} = m_{\text{mermelada}} * C_{e \text{ mermelada}} * \Delta T$$

$$Q_{\text{mermelada}} = 3.363\text{Kg} * 2.2906\text{KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} * (110 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{mermelada}} = 60085\text{Kj}$$

Calor de las paredes

Datos:

$$k = 237 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ externa}}: 72$$

$$T_{s \text{ interna}}: 89$$

$$D_x = 0.00015\text{m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea olla}} = 2 * \pi * r * L$$

$$\dot{A}_{\text{rea olla}} = 2(3.1416) * 0.0825\text{m} * 0.095$$

$$\dot{A}_{\text{rea olla}} = 0.0492\text{m}^2$$

$$Q = - K A \left[\frac{dT}{dx} \right]$$

$$Q = - 273 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} * 0.0492\text{m}^2 * \left(\frac{72-89}{0.0015\text{m}} \right) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 152224.8 \frac{\text{j}}{\text{sg}} * \frac{60 \text{ sg}}{1 \text{ min}} * \frac{1\text{KJ}}{1000\text{J}} * 5\text{min} = 45667.44 \text{ KJ}$$

Calor total

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{Recipiente}} + Q_{\text{mermelada}}$$

$$T_{\text{total}} = (2193.15 + 316.46 + 60085) \text{ KJ}$$

$$T_{\text{total}} = 62594.61 \text{ KJ}$$

Cálculo del calor teórico del producto

❖ Calor específico de la mermelada

Datos:

$$\% \text{ Humedad de mermelada} = 32.41 \%$$

$$\% \text{ sólidos totales} = 67.59 \%$$

$$C_p \text{ agua} = 4.19 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ Sólido} = 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{e \text{ envase}} = 0.84 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{e \text{ mermelada}} = 2.2906 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

Calor teórico sensible

Mermelada

$$Q_{s1} = m * C_e * \Delta T$$

$$Q_{s1} = 3.363 \text{ Kg} * 2.2906 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * (110 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{s1} = 600.85 \text{ Kj}$$

Envases

$$Q_{s2} = m * C_e * \Delta T$$

$$Q_{s2} = 8.193 \text{ Kg} * 0.84 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * (110 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{s2} = 536.80 \text{ Kj}$$

Calor sensible total

$$Q_{ST} = Q_{s1} + Q_{s2}$$

$$Q_{ST} = (600.85 + 536.80)Kj$$

$$Q_{ST} = 1137.65KJ$$

❖ Calor latente

$$M_{\text{agua}} = 6.726Kg$$

$$H_{fg\ 110^{\circ}C} = 2230.2KJ /Kg$$

$$Q_l = M_{\text{agua}} * hfg_{110^{\circ}C}^{15}$$

$$Q_l = 6.726Kg * 2333.85 \frac{KJ}{Kg}$$

$$Q_l = 15697.47KJ$$

❖ Calor total teórico del producto

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

$$Q_T = (1137.65 + 15697.47)KJ + 20\%$$

$$Q_T = 16835.12KJ + 20\%$$

$$Q_T = 20202.14KJ$$

Calor total práctico del producto

PC_{GAS} = Poder calorífico del gas

M_{GAS EVA} = Masa gas evaporado

QP = Calor práctico

¹⁵BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor latente. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$QP = PC_{GAS} * M_{GAS\ EVA}$$

$$QP = 46350 \text{ KJ/Kg} * 0.53\text{Kg}$$

$$QP = 24565.5\text{KJ}$$

4.3.3.2. Porcentaje de eficiencia

$$\%E = \frac{\text{Calor total de vapor}}{Q \text{ Experimental}} * 100$$

$$\%E = \frac{20202.14\text{KJ}}{24565.5\text{KJ}} * 100$$

$$\%E = 82.23 \%$$

Calculo del área del equipo a nivel de laboratorio

Datos:

Envases de $250\text{cm}^3 = 21$

Diámetro del envase = $5.5\text{cm} = 0.055\text{m}$

Altura del envase = $10\text{cm} = 0.10\text{m}$

$$A_1 = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3.1416 (0.055)^2}{4}$$

$$A_1 = 0.0024\text{m}^2$$

$$A_2 = \pi D h$$

$$A_2 = 3.1416 (0.055 * 0.10)\text{m}$$

$$A_2 = 0.0173\text{m}^2$$

$$A_T = A_1 + A_2$$

$$A_T = (0.0024 + 0.0173)\text{m}^2$$

$$A_T = 0.0197 * 21 \text{ envases}$$

$$A_T = 0.4137 \text{ m}^2$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$U = \frac{24565.5\text{KJ}}{0.4137 \text{ m}^2 * (110 - 32)^\circ\text{C}}$$

$$U = 761.28 \text{ KJ/ m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinaron las características principales de la carambola para utilizarla en la elaboración de mermelada, mediante la utilización de dos variedades de carambola donde la dulce tuvo 3,8 de pH, con una concentración de 8 ° Brix y una acidez de 0,64; la variedad ácida tuvo 2 de pH, 7 ° Brix y una acidez de 1,28.
- Se determinaron las etapas del proceso y los parámetros respectivos para la elaboración de la mermelada de Carambola, para la introducción del producto de esta fruta exótica al Mercado.
- La aceptación del producto es de 85.71% según las encuestas fueron favorables por lo tanto esto sustenta la viabilidad del proyecto para disponer de un nuevo producto en el mercado.
- Se determinó el mejor tratamiento según los resultado de diseño experimental el tratamiento A2*B1 (carambola dulce(8°Brix)–20°Brix(concentración del jugo)) puesto que se obtuvo un producto en un rango de 65-70 ° Brix donde están dentro de la norma de mermelada, con un pH 3.3
- Se obtuvo un rendimiento de un 52,14% al hacer el balance de materia, el porcentaje de eficiencia de la concentración de la mermelada es de un 26,23% que da como resultado del balance de energía

5.2. Recomendaciones

- Comprendiendo que esta investigación ha sido necesaria, se sugiere que haya un seguimiento continuo del mismo; por lo que se recomienda a futuros estudiantes y colegas que profundicen mas esta investigación, y aún más recomendable seria la implementación de nuevas ideas innovadoras al proceso de elaboración, para hacer comparaciones con los resultados arrojados.
- Otra recomendación seria buscar alternativas para evitar por completo los conservantes, con el fin de seguir mejorando la calidad del producto
- Al procesar la carambola recomiendo que se le haga de forma inmediata para que no se deteriore a la vez que sugiero que no sea golpeada ya que es frágil su textura.
- Realizar una campaña sugiriendo la industrialización y el consumo de frutas exóticas que se dan en nuestro país, además de que estas aportan con gran contenido nutricional para la alimentación humana.

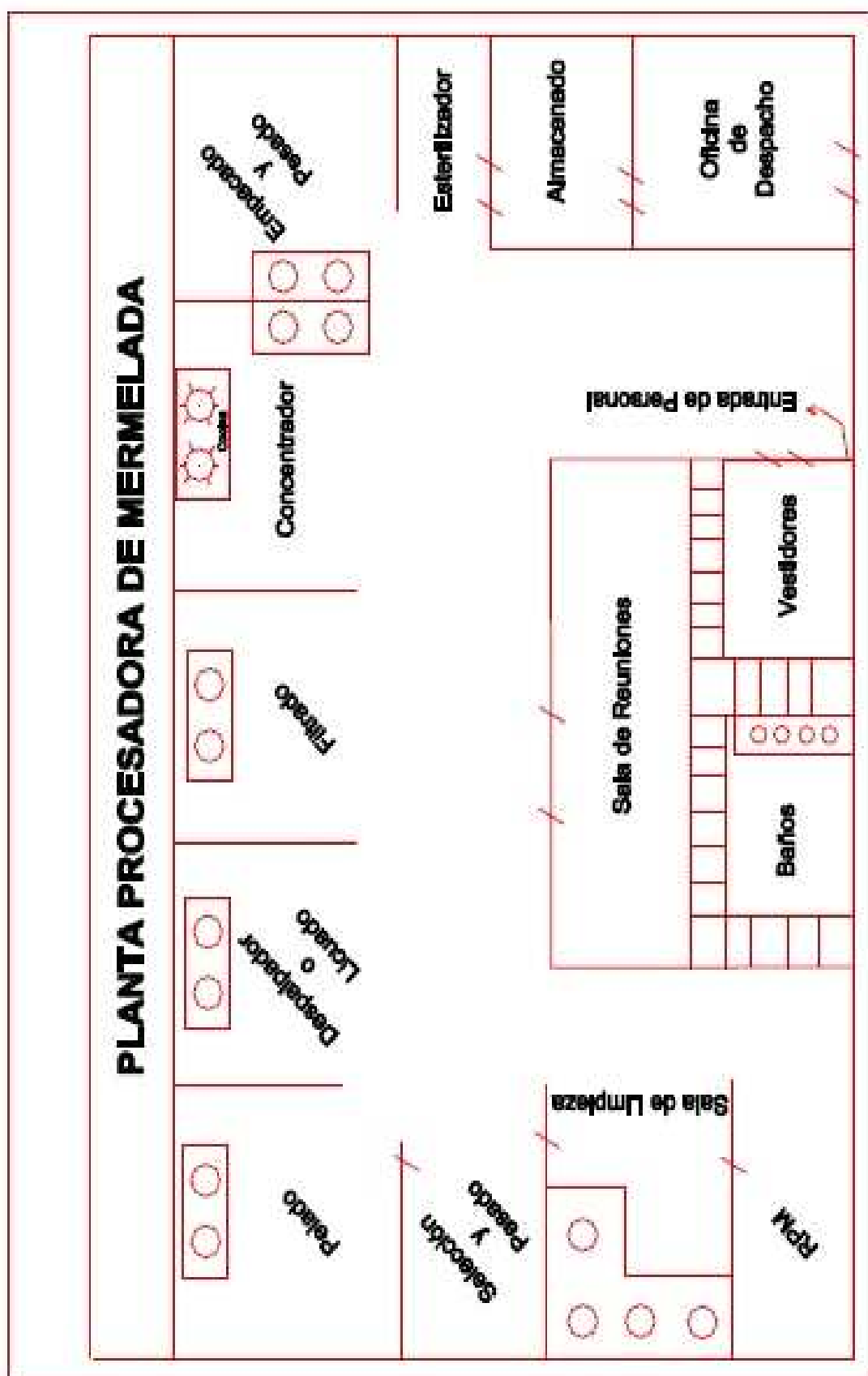
BIBLIOGRAFÍA

4. ARTHEY D., ASHURST P., (1997), *Proceso de frutas*, Zaragoza (España), editorial Acribia
5. BATTY, J.Clair, FOLKMAN, Steven. *Fórmula para el cálculo de la temperatura media pelicular*. *Fundamentos de la ingeniería de los alimentos*. Pág. 192.
6. BADGER/ BANCHERO. *Introducción a la Ingeniería Química*
7. BARDERAS, V. (1991). *Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria*. Editorial McGraw-Hill. México D.F.
8. BARRERA, J.A.; M.S. Hernández; D. Páez y E. Oviedo. 2001. *Tecnologías para el aprovechamiento integral de frutas nativas en la región amazónica colombiana*.
9. CASP, A. (2005). *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. Editorial Mundi-Prensa, 294p. Madrid-España.
10. COSTENBADER W., (2001), *El gran libro de las conservas*, España, editorial Paidotribo
11. DESROSIER W., (1964), *Conservación de alimentos*, México, editorial Continental
12. EARLE, R. (1998). *Ingeniería de alimentos*. Zaragoza – España: Acribia, S.A.
13. FONSECA, V. (2002). *Operaciones en la Industria de Alimentos II*. Editorial UNAD. Bogotá-Colombia.
14. GÓMEZ, N. (1983). *Germoplasma de aráceas alimenticias en Colombia*. Fac. de Ingeniería, U. del Valle. Cali, Colombia.
15. HELEN, C. (1987). *Tecnología de los Alimentos*. Primera edición. Editorial LIMUSA. México D.F.
16. IBARZ, A. (y) BARBOSA, G. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos*. Editorial AEDOS S.A. 855p. Madrid-España.
17. INEN. (2011). *Normas INEN*. Recuperado el 30 de 11 de 2011, de www.inen.gov.ec
18. KIMBALL A., (2001), *Procesado de cítricos*, Zaragoza (España), Editorial Acribia
19. LEES, R. 1982. *Manual de Análisis de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
20. LOPEZ Lorenzo, (1964), *Conservación de frutas y hortalizas*, Zaragoza (España), Editorial Acribia

21. MATISSEK, R. (y) Otros. (1992). Análisis de los Alimentos. Editorial ACRIBIA S.A. segunda edición, 416p. Zaragoza-España.
22. MONGE P.V. Investigación tecnológica para el desarrollo de conservas de productos de la Amazonía. Proyecto Itintec, Embotelladora la Selva S.A., Iquitos, Perú (1983).
23. OCHSE J. y otros, (1974), Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales, México, editorial Limusa
24. POTTER, N. Y HOTCHKISS, J. 1999. Ciencia de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 667p.
25. SÁNCHEZ, Julio. (2006), Introducción al diseño experimental, Editorial INGELSI. 118p. Quito –Ecuador
26. SEVILLA Valencia, (1973), Familia 2000 las conservas, España, editorial Everest
27. <http://blognutricion.com/tag/beneficios-mermelada/>
28. <http://es.wikipedia.org/wiki/Mermelada>
29. Purdue University <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/carambola.html>
30. <http://vidaok.com/la-carambola-propiedades-y-beneficios-mermelada.html>
31. http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CARAMBOLA.HTM#VN
32. <http://www.buenastareas.com/materias/valor-nutricional-de-la-mermelada-de-camu-camu/60>.

ANEXOS

ANEXO N°1



ANEXO N° 2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Extensión Santo Domingo
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERA EN AGROINDUSTRIAS

ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL y DOCENTE DEL ISTECS

Indicaciones

Sr. y Sras. Que conforman el ISTECS sírvase contestar con una X la respuesta que usted creyere conveniente

1. ¿Al apreciar la presentación de la mermelada de carambola, fue de su gusto?

Desagradable.... Aceptable.... Agradable..... Excelente....

2. ¿Al degustar la mermelada de carambola, le complació su sabor?

Desagradable.... Aceptable.... Agradable..... Excelente....

3. ¿La textura de la mermelada de carambola, según usted era la adecuada?

Desagradable.... Aceptable.... Agradable..... Excelente....

4. ¿Según usted la acidez de la mermelada de carambola es importante?

Desagradable.... Aceptable.... Agradable..... Excelente....

5. ¿Está usted de acuerdo con la utilización de las frutas exóticas, autóctonas de la amazonia para elaborar novedosos productos como en esta caso mermeladas?

Desagradable.... Aceptable.... Agradable..... Excelente....

Gracias por su colaboración

ANEXOS N° 3



RMP



SELECCION



LAVADO



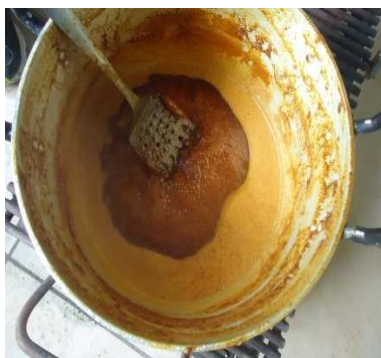
PESADO



PESADO



DESEMILLADO



CONCENTRACION



ENVASADO



ENVASADO



ALMACENADO