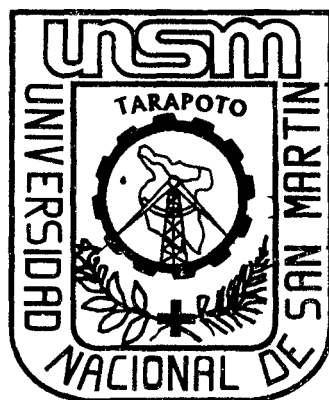


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“PROCESAMIENTO DE LA ACEROLA
(*Malpighia puniceifolia*): ELABORACIÓN DE MERMELADA”

TESIS:
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
BACHILLER: CAROLY MARGARITA HIDALGO RIOS

TARAPOTO - PERÚ

2003

ACTA DE SUSTENTACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

En la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, en la Sala de Conferencias, a las veinte horas del día siete de Enero del dos mil, se reunió el Jurado de Sustentación de Tesis integrado por:

Presidente : Dr. OSCAR MENDIETA TABOADA
Secretario : Ing. ENRIQUE TERLEIRA GARCIA
Miembro : Ing. EULER NAVARRO PINEDO
Asesor : Ing. M.Sc ABNER FELIX OBREGÓN LUJERIO

Para evaluar el trabajo titulado " **PROCESAMIENTO DE LA ACEROLA (Malpighia punicea): ELABORACIÓN DE MERMELADA**", presentado por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **Caroly Margarita HIDALGO RIOS**. Los Señores Miembros del Jurado, después de haber observado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran... *APROBADO*... por... *UNANIMIDAD*... con el calificativo de... *BUENO*..., en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las... *8:30 PM* horas del mismo día, con lo que se dio por terminado el acto de sustentación.


.....
Dr. OSCAR MENDIETA TABOADA
PRESIDENTE


.....
Ing. ENRIQUE TERLEIRA GARCIA
SECRETARIO


.....
Ing. EULER NAVARRO PINEDO
MIEMBRO


.....
Ing. M.Sc. ABNER OBREGÓN LUJEIRO
ASESOR

DEDICATORIA

A **Dios**, por que es lámpara a mis pies su
palabra y lumbrera a mi camino.

• Salmos 119:105

A mis queridos padres: **Rómulo Julio** y
Ana Margarita, que con su constante
apoyo, me permitieron llegar hasta aquí
y vislumbrar el futuro con mucha
esperanza.

A mi esposo **Walter** quien es el estímulo
permanente para mi superación.

Con todo mi amor y cariño a mis
queridas hijas **Claudia Natalia** y
Nérida Michelle, porque son ellas la
razón más importante de mi vida.

A mi abuelita, hermanos, tíos, por sus buenos
consejos y por el apoyo brindado.

Caroly Margarita

AGRADECIMIENTO

Al Ing. M. Sc. ABNER FELIX OBREGÓN LUJERIO, por el asesoramiento brindado durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por las facilidades brindadas a través de los Laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales, Control de Calidad, Microbiología y Fermentación, para la ejecución y análisis, que este trabajo requirió.

Al Ing. ENRIQUE TERLEIRA GARCÍA, por el apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo.

A la Ing. M. Sc. MARI LUZ MEDINA VIVANCO, por el valioso aporte brindado oportunamente.

Al Ing. NELSON GARCÍA GARAY, por la colaboración brindada durante los análisis microbiológicos.

A la Sra. DOLLY FLORES DÁVILA; a la Sra. BETSY VERGARA FASANANDO y al Sr. ALFREDO RAMOS PEREA, por su valiosa colaboración durante los análisis de laboratorio.

INDICE

	Página
RESUMEN	13
I. INTRODUCCIÓN	17
II. REVISION DE LITERATURA	19
2.1. GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO DE ACEROLA	19
2.1.1. Taxonomía	20
2.1.2. Características Botánicas	21
2.1.3. Condiciones de Clima, Suelo y Propagación	23
2.1.4. Utilización de los frutos	25
2.1.5. Fisiología de los frutos	26
2.1.6. Composición Nutricional	27
2.2. ASPECTOS GENERALES SOBRE ELABORACION DE MERMELADAS	33
2.2.1. Definición	33
2.2.2. Principios de Conservación	33
2.2.3. Teoría de Gelificación	34
2.2.4. Elaboración de Mermeladas	36
2.2.4.1. Frutas	36
2.2.4.2. Pectina	40
2.2.4.3. Azúcar: Propiedades y acción sobre micro organismos	44
2.2.4.3.1. Azúcar Invertido	47
2.2.4.4. Ácidos	49

	Página
2.2.4.5. Conservadores Químicos.....	50
2.2.5. Proceso de Fabricación de Mermeladas	51
2.2.5.1. Métodos para la Determinación de la Relación Fruta / Azúcar.....	52
2.2.5.2. Cocción de la Fruta.....	55
2.2.5.3. Adición de Azúcar.....	55
2.2.5.4. Adición de Pectina	56
2.2.5.5. Adición de Ácido.....	57
2.2.5.6. Concentración de la Mezcla.....	58
2.2.5.7. Determinación del Punto Final de la Cocción.....	59
1. Determinación del punto de ebullición	59
2. Determinación de la Densidad Total	59
3. Determinación del punto final por medio del Refractómetro	60
2.2.5.8. Llenado y Cerrado de envases.....	60
2.2.5.9. Almacenaje.....	60
2.2.6. Defectos en la Elaboración de Mermeladas	61
2.2.7. Pérdida de Nutrientes	62
III. MATERIALES Y METODOS	65
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	65
3.2. MATERIA PRIMA	65
3.3. INSUMOS.....	65
3.4. EQUIPOS Y MATERIALES	66

	Página
3.5. REACTIVOS	67
3.6. MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS.....	67
3.7. METODO EXPERIMENTAL	68
3.7.1. Estudios Preliminares	68
3.7.2. Estudio Definitivo.....	68
3.8. METODOLOGÍA.....	69
3.8.1. Materia prima	69
3.8.2. Selección y clasificación	69
3.8.3. Pesado.....	71
3.8.4. Lavado	71
3.8.5. Despulpado y tamizado.....	71
3.8.6. Formulación.....	71
3.8.7. Cocción.....	73
3.8.8. Pre – enfriamiento	73
3.8.9. Envasado.....	73
3.8.10. Enfriado.....	74
3.8.11. Almacenado	74
3.9. METODOS DE CONTROL	74
3.9.1. Materia Prima	74
3.9.1.1. Características físicas.....	74
3.9.1.2. Análisis físico-químicos.....	75
3.9.2. Durante el proceso.....	78

	Página
3.9.3. De los productos terminados	78
3.9.3.1. Análisis físico-químicos	78
3.9.3.2. Evaluación de sinéresis	78
3.9.3.3. Determinación física de la composición del color	79
3.9.3.4. Análisis microbiológico	79
3.9.3.5. Análisis sensorial	79
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	83
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ACEROLA	83
4.1.1. Características físicas del fruto	83
a. Características Sensoriales	83
b. Medidas biométricas	85
c. Componentes de la fruta	86
4.1.2. Análisis físico-químicos	86
4.1.3. Determinación de la calidad de la pectina	89
4.2. PROCESAMIENTO	90
4.2.1. Pruebas preliminares	90
1) Formulación	90
2) Cocción	90
3) Análisis físico-químico de la mermelada de la acerola en la fase preliminar	95
4.2.2. Pruebas finales	97
1. Descripción del diagrama definitivo	99
2. Balance de materia	99

	Página
3. Pérdida de vitamina C durante el procesamiento	103
4.3. ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO.....	106
4.3.1. Análisis físico-químico.....	106
4.3.2. Análisis Físicos	110
4.3.3. Análisis microbiológico.....	111
4.3.4. Evaluación de la sinéresis.....	112
4.3.5. Evaluación sensorial de preferencia.....	115
V. CONCLUSIONES	117
VI. RECOMENDACIONES	119
VII. BIBLIOGRAFÍA	120
VIII. ANEXOS	126

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Producción, Superficie cosechada, Rendimiento de la acerola.....	20
2. Composición Química de la acerola por 100g de porción comestible.....	29
3. Características Físico-químicas de la Acerola (fruta)	30
4. Cantidad de vitamina C en Acerolas provenientes de diferentes localizaciones geográficas.....	32
5. Clasificación de los frutos para Jaleas y Mermeladas.....	38
6. Contenido medio de pectina en algunas variedades de fruta.....	39
7. Actividad de agua de las soluciones de sacarosa.....	46
8. Actividad de agua mínima aproximada para el crecimiento de microorganismos.....	48
9. Características sensoriales de la Acerola.....	85
10. Medidas Biométricas de la Acerola.....	86
11. Análisis Físico-químico de la mermelada de la acerola por 100 gr de parte comestible.....	87
12. Análisis Físico-químico de la Acerola en tres estados de maduración.....	89
13. Relación Fruta:Azúcar y pH para la formulación de mermelada de Acerola.....	92
14. Concentración de Sólidos Solubles al final de la elaboración de 9 mermeladas de Acerola.....	93

Cuadro	Página
15. Análisis de Variancia en los resultados de la concentración de Sólidos Solubles al final de la elaboración de mermeladas de Acerola.....	94
16. Análisis Físico-químico de mermelada de acerola en la fase preliminar.....	96
17. Valores de la evaluación sensorial de diferencia según la prueba de Durbin de mermelada de acerola.....	98
18. Cantidad y Porcentaje de Retención y Pérdida de ácido ascórbico durante la cocción de la mermelada de acerola.....	104
19. Evaluación Físico-química de la mermelada de Acerola a 1, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento.....	108
20. Composición de colores para obtener el color de mermelada de la acerola.....	111
21. Análisis microbiológico de la mermelada de Acerola durante el almacenamiento a temperatura ambiente.....	111
22. Evaluación del porcentaje de Sinéresis en mermelada de Acerola durante el almacenamiento.....	113
23. Análisis de Variancia y Prueba de significancia de Tuckey de la Evaluación Organoléptica de Preferencia.....	116

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Rama florifera y rama con frutos de acerola (<i>Malpigia puniceifolia</i>).....	24
2. Formación de jalea en función de la combinación Pectina, Azúcar y Acido.	35
3. Unidades de ácido galacturónico y galacturonato de metilo de la pectina.....	41
4. Proceso de Fabricación de Mermeladas.	53
5. Flujograma Experimental para la Elaboración de Mermelada de Acerola	70
6. Plantación y fruta en estado óptimo de maduración de la variedad de acerola que se cultiva en San Martín.	84
7. Jalea obtenida luego de la determinación de la calidad de Pectina del fruto de acerola en estado óptimo de maduración.....	91
8. Diagrama de Flujo definitivo para la elaboración de la Mermelada de acerola.....	100
9. Balance de Materia en la elaboración de Mermelada de Acerola.....	101
10. Retención de ácido ascórbico durante la cocción de Mermelada de acerola.....	105
11. Producto terminado.....	107
12. Porcentaje de Sinéresis de la mermelada de la acerola almacenada durante 60 días.....	114

RESUMEN

La Acerola o Cerezo (*Malpighia puniceifolia*), es una fruta que se cultiva con mucha facilidad en nuestra Región, éstos frutos son cosechados 3 o 4 veces al año. Las características organolépticas que posee, como color, sabor y aroma son bastante agradables, además posee cualidades nutritivas como Carbohidratos, Minerales, Fibra, Vitaminas; resaltando la presencia de Vitamina C, cuyo contenido es superior al contenido de las frutas cítricas muy apreciadas por considerarse ricas en el contenido de ésta vitamina. El rendimiento físico promedio de la fruta es de 60.3% pulpa y cáscara, 6.3% pedúnculo, 33.4% semilla.

La finalidad del Presente Trabajo de Investigación fue determinar los Parámetros de Procesamiento más adecuados para la Elaboración de Mermelada de Acerola y realizar los ensayos de almacenamiento para determinar la estabilidad del producto obtenido.

Se elaboró un Diseño Experimental, siguiendo el flujo tradicional de mermeladas, el cuál tuvo mayor énfasis determinar la mejor formulación de los ingredientes, recurriéndose a 3 relaciones de Pulpa:Azúcar (45:55, 50:50 y 60:65), sometidas cada una de ellas con adición de ácido cítrico a 3 niveles de pH (2.9, 3.2 y 3.4), de donde se obtuvo 9 tratamientos, los cuáles se elaboraron estableciéndose para el tiempo de cocción 30 minutos. Luego de la elaboración las mermeladas fueron Evaluadas Sensorialmente de acuerdo a la Prueba No Paramétrica de Durwin, mediante una escala

hedónica donde se calificó el color, consistencia y sabor. Procesada la información se obtuvo que la mejor combinación correspondió a la relación 50:50 a un pH de 3.2.

El flujo de operaciones recomendado para la elaboración de mermelada de acerola es: Selección-Clasificación, Lavado, despulpado-Tamizado, Formulación, Cocción, Concentración, Pre-enfriamiento, Envasado, Enfriado y Almacenaje.

Para determinar la estabilidad del producto en el almacenamiento se elaboró mermelada de acerola de acuerdo a la mejor formulación, la cuál fue almacenada a temperatura ambiente (27 °C) por un periodo de 60 días. Las evaluaciones físico-químicas, se realizaron a los 1, 15, 30, 45 y 60 días, los cuáles muestran buena estabilidad del producto. Los análisis microbiológicos se realizaron al inicio y al final del almacenamiento, obteniéndose resultados negativos, como producto de la asepsia durante el procesamiento y el correcto envasado de los productos. La evaluación sensorial se realizó al final del almacenamiento, comprobándose la aceptación de la mermelada de acerola frente a otros productos comerciales similares.

SUMMARY

The Acerola or Cerezo (*Malpighia punicifolia*), is a fruit that is cultivated with a great deal of facility in our Region, these fruits are harvested 3 or 4 times to the year. The characteristic organolépticas that possesses, as color, flavor and fragrance are quite pleasant, besides possesses nutritious qualities as Carbohidratos, Mineral, Fiber, Vitamins; standing out the presence of Vitamin C, whose content is over the content of the fruits cítricas very appreciated by being considered rich in the content of this vitamin. The physical performance average of the fruit is of 60.3% pulpa and shell, 6.3% pedúnculo, 33.4% seed.

The purpose of the Present I Work of Investigation went to determine the most adequate Parameters of Prosecution for the Elaboration of Mermelada of Acerola and to carry out the trials of storage to determine the stability of the product obtained.

Do it devised an Experimental Design, continuing the traditional flow of mermeladas, the which had greater emphasis to determine the best formulation of the ingredients, being traveled through to 3 relations of Pulpa: Sugar (45:55, 50:50 and 60:65), submitted each one of them with addition of acid cítrico to 3 levels of pH (2.9, 3.2 and 3.4), of where their obtained 9 processing, the which they devised being established for the time of cocción 30 minutes. After the elaboration the mermeladas Were Evaluated Sensory according to the Test Not Paramétrica of Durwin, by means of a scale hedónica where themselves.

Qualified the color, consistency and flavor. It processed the information was obtained that the best combination corresponded to the relation 50:50 to a pH of 3.2.

The flow of operations recommended for the elaboration of mermelada of acerola is: Selection-Classification, Washed, despulpado-sifting, Formulation, Cocción, Concentration, Pre-Cooling OFF, Bottled, Chilled and Storage.

To determine the stability of the product in the storage devised mermelada of acerola according to the best formulation, the which was stored to temperature environment (27 °C) by a period of 60 days. The evaluations physical-chemistry, they were carried out to the 1, 15, 30, 45 and 60 days, the which show good stability of the product. The analyses microbiológicos were carried out to the start and to the end of the storage, being obtained negative results, as product of the asepcia during the prosecution and the correct one bottled of the products. The sensory evaluation was carried out to the end of the storage, being verified the acceptance of the mermelada of acerola set against other similar commercial products.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, existe una flora muy rica, dentro de la cuál podemos encontrar numerosas variedades de frutas, que por sus características resultan de fácil explotación y de consumo económico. Constituyen además excelentes fuentes de ciertos tipos de nutrientes, por lo que se debe recomendar siempre la incorporación de éstos alimentos en las dietas diarias, favoreciendo también de ésta manera al incremento de la producción. Pero, estas formas de consumo no son aprovechadas debido a que la industrialización de estos frutos no está aún explotada íntegramente.

En frutas de producción estacional, sucede que la materia prima es abundante y bastante económica, en las épocas de cosecha, pues se presenta el problema de la conservación, debido a que al estado natural el tiempo de conservación de las frutas es muy reducido. Ante esto la preocupación fundamental de Ingeniero Agroindustrial, es la forma de transformar y conservar estos productos alimenticios óptimamente, pues la tecnología de alimentos juega un papel sumamente importante en relación con la elaboración de mermeladas, frutas en almíbar, néctares, jugos, etc.

La metodología para el procesamiento de las frutas en la obtención de los derivados ya mencionados, son ya conocidos, no obstante cada fruta tiene ciertas particularidades, siendo necesaria poner en práctica conocimientos técnicos que deben ser aplicados con especial atención para obtener un producto con las exigencias óptimas de calidad. Muchas frutas aún no son transformadas a un nivel adecuado; esto se debe a que los cultivos no son extensos o no son muy conocidos.

El cerezo o acerola (*Malpighia Punicifolia*), es uno de los frutos estacionales que no ha sido industrializado hasta hoy en nuestro país. Este arbusto es relativamente abundante en nuestra zona, donde la producción de sus frutos se consume en forma directa como fruta de mesa y algunas veces como mermelada cacera, y casi siempre se pierde por falta de conservación y por su corta duración.

En consecuencia se ha decidido llevar a cabo el presente trabajo de investigación, orientado hacia el conocimiento del cerezo o acerola, planteando los siguientes objetivos.

1. Caracterizar físico-química y biométricamente la acerola.
2. Determinar los parámetros tecnológicos para la elaboración de mermelada de acerola.
3. Evaluar las características físico-químicas, organolépticas, y microbiológicas del producto terminado durante el almacenamiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO DE ACEROLA

El origen exacto de la Malpighia puniceifolia, inicialmente generó dudas. Antes del descubrimiento de América, los indios la utilizaban en la alimentación y se encargaron de diseminarla de pueblo en pueblo durante sus viajes. La dispersión de la especie también fue hecha por los pájaros emigrantes y otros animales. Actualmente se dice que la región de origen comprende las Antillas, el norte de América del sur y América Central (Urbano, 1994).

Según LEDIN, citado por Urbano (1994), La fruta de Malpighia puniceifolia fue inicialmente llamada acerola y/o cereza. El nombre de acerola fue dado, probablemente, debido a su semejanza, en tamaño, color y forma, con un fruto originario de España de nombre Crataegus azaroles L., por exploradores Españoles en Puerto Rico. De la misma forma el nombre de cereza fue dado por ser parecida a la cereza europea.

Según Barriga (1994), la acerola (Malpighia Puniceifolia), es un arbusto nativo de la región comprendida entre el norte de América de Sur hasta el Sur de Texas. Por el año de 1970 se descubrió que tenía un alto contenido de ácido ascórbico (Vitamina C), es por eso que muchas asociaciones médicas, recomendaron su cultivo especialmente en zonas subdesarrolladas del mundo. EL contenido de ácido ascórbico oscila entre 1000 a 4000mg. en 100g de jugo.

El anuario del Ministerio de Agricultura (1995), nos reporta el cuadro 1, donde señala que la producción nacional de cerezo es de 181 T.M por año, correspondiendo al Departamento de San Martín 71 TM por año, existiendo una superficie de 15 Has de cultivos, con un rendimiento de 4,733 kg./Ha.

CUADRO 1: Producción, Superficie cosechada, Rendimiento de Acerola, según región/subregión: 1995

Región/sub-región	Producción (T.M)	Superficie (Has)	Rendimiento (Kg./Ha)
NACIONAL	181	37	4.892
NOR ORIENTAL	13	2	6.500
LAMBAYEQUE	13	2	6.500
LA LIBERTAD	78	17	4.588
LIBERTADORES WARI	19	3	6.333
ICA	19	3	6.333
SAN MARTIN	71	15	4.733

FUENTE: Ministerio de Agricultura (1995)

2.1.1. Taxonomía

El cerezo o acerola se clasifica desde el punto de vista botánico, de acuerdo a Adolf Engler, citado por Mostacero, (1976) , como sigue:

Reino	:	Vegetal
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotiledónea

Sub-clase	:	Archichlamydeae
Orden	:	Malpighiáceae
Género	:	Malpighia
Especie	:	Punicifolia
Nomb. común	:	Cerezo, Acerola, Corazón de paloma, Cherry barbados, Cereza de la antillas etc.

2.1.2. Características Botánicas

Según Nakasone et al (1966), citado por Torres (1995) *Malpighia puniceifolia* L. es sinónimo de *Malpighia glabra* L.; de ésta forma, la literatura tras uno u otro nombre se refiere a la misma especie.

Según Macbride (1950) y Barriga (1994), éste arbusto tiene de 2 a 4 metros de altura, con ramillas de dos clases: unas terminales, de 15 a 30 cm de largo, de entrenudos largos y con hojas grandes, que miden de 5 a 10 cm de longitud; otras laterales y cortas con hojas pequeñas. La planta puede ser de ramificación compacta o espaciada, según el cultivar.

Así mismo Torres (1995) y Urbano (1994), señalan que la acerolera es un arbusto glabro, de tamaño medio, con 2 - 3 mt de altura, con ramas densas espaciadas, las hojas son opuestas, de peciolo corto, ovaladas y elíptico-lanceoladas, con 2.5 a 7.5 cm de longitud, con la base y el ápice principalmente agudas, enteras más frecuentemente onduladas, verde oscuras y

brillantes en la superficie superior y verde pálido en la inferior. las flores son dispuestas en pequeñas cimas axilares pedunculadas de tres a cinco flores perfectas, con 1 a 2 cm de diámetro rosáceo y violeta, el cáliz tiene de 6 a 10 grandes sépalos césiles, la corola está compuesta de 5 sépalos franjadas o irregularmente dentadas, consta de 10 estambres, todos perfectos. las frutas son violetas o rojas, ovoide deprimidas, con 1 - 3 cm de diámetro y de cáscara fina con pulpa aromática, jugosa, agridulce; se disponen aisladas o en grupos de 2 o 3 en axilas foliares con pedúnculos cortos. Tienen usualmente 3 semillas pequeñas, cada una dentro de un hueso prominente reticulado con pergamino y que da al fruto un aspecto más o menos trilobulado. El fruto se forma rápidamente, después del florecimiento a la maduración pasan apenas 22 días. La fructificación ocurre de 3 a 4 veces al año. Los frutos varían en tamaño, forma y peso. La forma puede ser oval y sub globosa, el tamaño varía de 1 a 2.5 cm. , el peso de 2 a 10gr. En cuanto al color, el fruto presenta tonalidades diferentes: verde cuando esta en desarrollo, pasando a amarillo y finalmente a rojo cuando maduro.

León (1968), describe a la acerola como un árbol bajo con ramillas de dos clases: unas terminales de 15 a 30 cm. de largo, de entrenudos largos y con hojas grandes que miden de 5 a 10 cm. de longitud; otras laterales y cortas con hojas pequeñas. La planta puede ser de ramificación compacta o espaciada, según el cultivar. Las hojas elípticas, ovales, de 2 a 10 cm de largo por 1 a 6 cm. de ancho, con el ápice obtuso o emarginado, son verde-oscuro y brillantes arriba, más claras en la parte inferior y están cubiertas por un bello fino cuando jóvenes. La inflorescencia es una cima pedunculada con 3 a 5 flores en

las ramillas largas o en cimas césiles o cortopediceladas en las laterales. El cáliz tiene 5 sépalos blancos y erectos, de 2 a 3 milímetros de largo; hay de 6 a 10 glándulas rodeando la parte inferior y externa de los sépalos. De los cinco pétalos ungueados, de 6 a 10 mm de largo, cuatro son iguales, el quinto más grande y levantado; su color varía según el clon, entre rosa violeta y blanco. Hay 10 estambres unidos por la base, dos de ellos más largos. El pistilo tiene 3 carpelos, dos más gruesos y termina en un estilo simple. El fruto como se muestra en la figura 1, es una drupa globosa, algo aplastada por el eje central, de uno a tres centímetros de ancho, con tres salientes longitudinales curvos y poco marcados. El pericarpio es delgado y frágil, anaranjado a violeta oscuro; el mesocarpio carnoso y dulce contiene de 1000 a 4000mg de ácido ascórbico por 100 g de jugo. Al centro hay tres nueces, con crestas o proyecciones rugosas

2.1.3. Condiciones de Clima, Suelo y Propagación

Según Barriga (1994), requiere suelos ricos, profundos y bien drenados, no tolera aguas estancadas. Se propaga por estacas leñosas y semillas aunque muchas de éstas son infértiles. También es posible la propagación por injerto de yema y acodo aéreo.

León (1968), señala que en Puerto Rico y Florida han sido identificadas plantas de buen tamaño de fruta y alto contenido de vitamina C que se han propagado clonalmente.



FIGURA 1: Rama florífera y rama con frutos de cerezo (*Malpighia puniceifolia*).

FUENTE : (León, 1968)

La acerola puede ser propagada sexual o asexualmente, por semilla, estaca, alporquia, mergulhia y enxertia. La mayoría de los productores brasileros han propagado sus plantas principalmente por vía sexual. Este método ocasiona una serie de inconvenientes como: segregación hereditaria; baja tasa de germinación (20 a 30%), atribuida a la incompatibilidad en la polinización y a la consecuente ausencia o no formación de embriones. (Urbano, 1994)

El mismo autor indica, que la acerolera presenta gran rusticidad, ya que se desarrolla muy bien en clima tropical y sub-tropical y en casi todos los tipos de suelo.

Las condiciones edafo-climáticas ideales para el cultivo de ésta planta corresponden a temperaturas entre 25 a 27 °C, pueden resistir a temperaturas en torno a 0 °C; pluviosidades bien distribuidas entre 1000 a 1800 mm; altitudes de 0 a 800 m y suelos de mediana fertilidad con buen drenaje

2.1.4. Utilización de los frutos

Como la acerola es una fruta pequeña y las semillas son relativamente grandes, el uso de la fruta "in natura" es limitado, a excepción cuando pedazos de fruta son cortados y utilizados por ejemplo, en ensaladas de fruta. La fruta presenta alta perecibilidad, necesitando de rápida utilización después de la cosecha. La acerola puede ser procesada para la fabricación de gelatina, jugo, jarabe, nectar, licor, compota, conserva, capsulas de vitamina C. (Urbano 1994)

Santini y Nevaréz (1955) citados por Urbano (1995) realizaron un experimento donde extraían ácido ascórbico de cascara de semillas verdes de la fruta. El método utilizado se basa en la separación y cristalización. Los resultados obtenidos en laboratorio fueron considerados altos y se estima que el rendimiento en un proceso comercial continuo llegue a 88%.

Ito et al (1990) citados por Torres (1995) estudiaron la estabilidad térmica y retención de ácido ascórbico en jugo de acerola. La retención de ácido fue de 88 y 85% después de haber tratado el jugo a 80 y 100 °C respectivamente. La cantidad de ácido ascórbico reducido se produjo en jugos envasados y almacenados a 20°C y 30°C por 200 días.

León (1968), y Barriga (1994), coinciden en indicar que los frutos de acerola se consumen al estado natural, jugo enlatado, gelatina, conserva, helado y en jaleas.

2.1.5. Fisiología de los frutos

Los frutos durante su maduración, presentan una serie de modificaciones bioquímicas. Esos cambios incluyen transformaciones de las sustancias pécticas, los pigmentos, el sabor el olor y las sustancias de reserva. Las alteraciones de color de los frutos durante la maduración están relacionadas con la disminución del contenido de clorofila y con la síntesis de pigmentos carotenoides o antocianicos o

ambos. Esta última alteración es la característica más evidente del proceso de maduración de acuerdo con Urbano (1994).

Otras modificaciones observadas por éste autor corresponden a la disminución de la acidez titulable, aumento de los azúcares reductores, debido a la degradación de carbohidratos y a la disminución en el contenido de ácido ascórbico, principalmente cuando el fruto pasa del estado verde para maduro.

La distribución de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico y ácido dicetoglucónico en el fruto de acerola en diversos estadios por Del Campillo y Asenjo (1957) y MEDEIROS (1969), citados por Urbano (1994). Los primeros autores observaron la distribución de los ácidos desde la forma incipiente del fruto hasta completamente maduro, verificando que hay pequeña variación entre los tres ácidos. La distribución corresponde de 90 a 95% de ácido ascórbico, 4 a 6% de dehidroáscorbico y 1 a 4% de dicetoglucónico.

2.1.6. Composición Nutricional

Las frutas, legumbres y hortalizas difieren ampliamente en su valor nutritivo, pero muchos son fuente importante de elementos inorgánicos y casi la única de vitamina C.

La carne huevos y trigo son ricos en proteína y fósforo, el arroz y el trigo son ricos en carbohidratos; en cambio las frutas y verduras son ricas en vitaminas, (Ducar, 1976).

En el cuadro 2 se presenta los valores de algunos componentes importantes de la acerola. Entre los micro nutrientes a excepción de vitamina C, no existen vitaminas en cantidades importantes.

Urbano (1994) determinó características fisico-químicas en acerolas verdes y maduras, cuyos resultados se reportan en el cuadro 3.

Santini (1952), citado por Urbano (1994) verificó que la acidez total de la acerola varía proporcionalmente con la cantidad de ácido ascórbico presente, más no de forma lineal. Esto ocurre debido a la presencia de otros ácidos, en particular al ácido levomálico, que constituye el 50% del total de ácidos presentes en la acerola, entre éstos también encontró 24 % de ácido ascórbico, 13% de ácido deshidroascórbico y ácidos no identificados 13%, más tarde observó la presencia de trazas de ácido cítrico.

El contenido de sólidos solubles (°Brix) de la acerola presenta valores menores en los frutos verdes en relación a los maduros, esto debido a los procesos bioquímicos de producción de azúcares solubles a partir de los almidones como resultado de la maduración de la fruta (Fennema, 1982).

CUADRO 2: Composición Química de la Acerola (*Malphigia puniceifolia*)

Componente	Wu Leung et al	Urbano (1994)	Centro Nac. de Alim. y Nutrición.
Valor energético (cal)	36.0	---	---
Humedad (%)	90.3	96.04 ^(a)	89.34
Proteína (gr.)	0.4	0.21 ^(a)	--
Grasa (gr.)	0.4	0.23 ^(a)	---
Hidratos de carbono (gr.)	8.7	3.15 ^(a)	--
Fibra (gr.)	0.4	-	---
Ceniza (mg)	0.2	0.37 ^(a)	--
Calcio (mg)	12.0	8.7 ^(b)	--
Fósforo (mg)	11.0	16.2 ^(b)	--
Hierro (mg)	0.2	0.17 ^(b)	--
Vit A (mg)	-	0.004 ^(c)	--
Tiamina (mg)	0.03	0.03 ^(c)	--
Niacina (mg)	0.05	0.6 ^(c)	--
Rivoflavina (mg)	0.6	0.05 ^(c)	--
Acido ascórbico (mg)	1790.0	1790.0 ^(c)	322.0
Azúcares reductores (%)			6.36
Porción no comestible (%)	25.0		---

Fuente: Wu Leung et al (19); (a) Rocha (1988), (b) Miller et al (1961), (c) Franco (1972) citados por Urbano (1994)

CUADRO 3: Características Físico-químicas de la Acerola (Fruta)

DETERMINACIONES	Estadio de maduración			
	Verde		Madura	
	1*	2**	1	2
Humedad (%)	95.25	74.3 - 95.5	96.04	78.5 - 91.0
Carbohidratos (%)	3.30	---	3.15	---
Proteínas (Nx6.25)(%)	0.71	---	0.21	---
Extracto Etéreo (%)	0.26	---	0.23	---
Cenizas (%)	0.48	---	0.37	---
°Brix (20 °C)	4.70	5.1 - 6.6	6.00	4.5 - 7.2
pH	3.30	3.1 - 3.3	3.30	3.1 - 3.30
Acidez Total (mg/100g)	17.39	---	17.83	---

FUENTE: Urbano (1994)

1* : Rocha (1988)

2** : Asenjo y Moscoso (1950)

Santini y Huyke (1956), En un estudio de Cromatografía cualitativa observaron la presencia de glucosa, fructosa y sacarosa en jugo fresco de acerola. La cantidad de Azúcares reductores en jugo de acerola no varía mucho en diferentes variedades. Asenjo (1978) reporto valores de 3.4% para azúcares totales en acerola.(Urbano,1994).

Galston y Davies (1972) encontraron que la cantidad de proteína se presenta más elevado en frutos verdes, pues en éste estadio se produce un aumento en la síntesis de enzimas específicas para promover cambios bioquímicos que dan como resultado el desarrollo de las características organolépticas propias (Torres., 1995)

La acerola adquirió importancia a nivel mundial, principalmente debido a su alto contenido de vitamina C encontrando que ésta fruta es comparable al camu camu, fruto nativo de la Amazonía. Existen variedades de acerola que poseen entre 50 a 100 veces más en contenido de vitamina C que los encontrados en frutos cítricos (naranja, limón, mandarinas), tradicionalmente considerados como fuente de ésta vitamina. Urbano (1994)

Collazos, (1993), indica que el contenido de ácido ascórbico reducido en la naranja (*Citrus sinensis*), es de 92.3 mg y del camu-camu (*Myrcianthes parensis*), de 2780 mg en 100 gr de la parte comestible.

Según Urbano (1994),La alta cantidad de ácido áscorbico el acerola fue confirmado por varios investigadores en otros países. Vieta de Ruiz te al (1946) en

cuba reportó una cantidad de 957 mg/100g de pulpa. Jaffe et al (1950) en Venezuela citaron valores de 1130 mg/100 f Craviotto (1951) en México citó valores de 2520 mg/100 g. Rocha (1988) en Brasil encontró valores alrededor de 1500 mg/100 g.

El mismo autor señala que la cantidad de vitamina C en acerola, presenta diferencias de acuerdo con la variedad, localización geográfica, estadio de maduración del fruto, época del año de la cosecha, métodos culturales, el manejo post-cosecha de los frutos y métodos de procesamiento. Afirma también que los frutos con mayor exposición a la luz solar directa durante su desarrollo, presentan mayor cantidad de ácido ascórbico en relación a los que crecen a la sombra. Algunos valores de estudios de cuantificación de vitamina C en acerola son mostradas en el cuadro 4.

CUADRO 4: Cantidad de Vitamina C en acerolas provenientes de diferentes localizaciones geográficas

Autor	País de Origen	Vitamina C* (mg/100g)
Vieta de et al (1946)	Cuba	956
Mustard (1946)	EUA	2317
Jaffe et al (1950)	Venezuela	1130
Craviotto (1951)	México	2520
Guzmán (1953)	Guatemala	26
Fitting y Miller (1958)	EUA	1945
Brown (1967)	Inglaterra	1625
Fonseca et al (1973)	Brasil	1975

* :Valores obtenidos de frutas en estadio de maduración "verde".

FUENTE: Urbano (1994)

2.2. ASPECTOS GENERALES SOBRE ELABORACION DE MERMELADAS

2.2.1. Definición

La mermelada es un producto hecho de frutas cítricas (usualmente), y se parece a la jalea, hecho de jugo y piel apropiadamente preparada con azúcar. Es concentrado para alcanzar estructura de gel similar a la de la jalea, con los mismos estándares aproximadamente, excepto por el uso de piel. (Desrosier, 1994)

ITINTEC (1971), define a la mermelada de fruta como el producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, limpias y adecuadamente preparadas, adicionadas de edulcorantes, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas y debe estar dispersa uniformemente en todo el producto. En el anexo 1, se observan algunas normas ITINTEC.

2.2.2. Principios de Conservación

La conservación de jaleas, mermeladas y compotas, se sustenta en la alta concentración de sólidos solubles constituidos fundamentalmente por azúcares, con el objeto de disminuir el contenido de agua en el producto. La disminución de la actividad de agua (a_w) limita el crecimiento microbiano y ayuda a conservar sus cualidades organolépticas; Durante la concentración se evapora el agua contenida en la

fruta, los tejidos se ablandan y la fruta absorbe azúcar y suelta pectina y ácidos. A causa de la presencia de ácidos y de la elevada temperatura, ocurre la parcial inversión de los azúcares, (Meyer, 1990)

2.2.3. Teoría de Gelificación

Herrera, citado por Saboya (1983), explica la formación del gel, en el que el elemento más importante es la pectina. La pectina es un compuesto de alto peso molecular que químicamente no es sino un ácido poligalacturónico, parcialmente esterificado con radicales metilo. Los geles que se forman a partir de éste compuesto son los llamados “geles del tipo hidrógeno”.

Según Desrosier (1994), cuatro sustancias son esenciales para formar el gel. Estos componentes son: pectina, ácido, azúcar y agua (Figura 2).

Los caracteres del gel dependen de los factores: longitud de la molécula péctica y su grado de metilación (Cheftel, 1980)

Charley (1987), describe la teoría de gelificación de la siguiente manera: Las moléculas de pectina que son hidrofílicas debido al gran número de grupos polares que contienen, se dispersan en el agua para formar soles coloidales, estabilizados por las cargas negativas que resultan de la ionización de los grupos carboxilo cuando se forma un gel, un sol viscoso de pectina se hace un sólido elástico. Las moléculas de pectina del sol se han unido en cierta forma para dar lugar a una red tridimensional, es decir un gel en los espacios capilares de los cuáles el líquido ahora a sido inmovilizado.

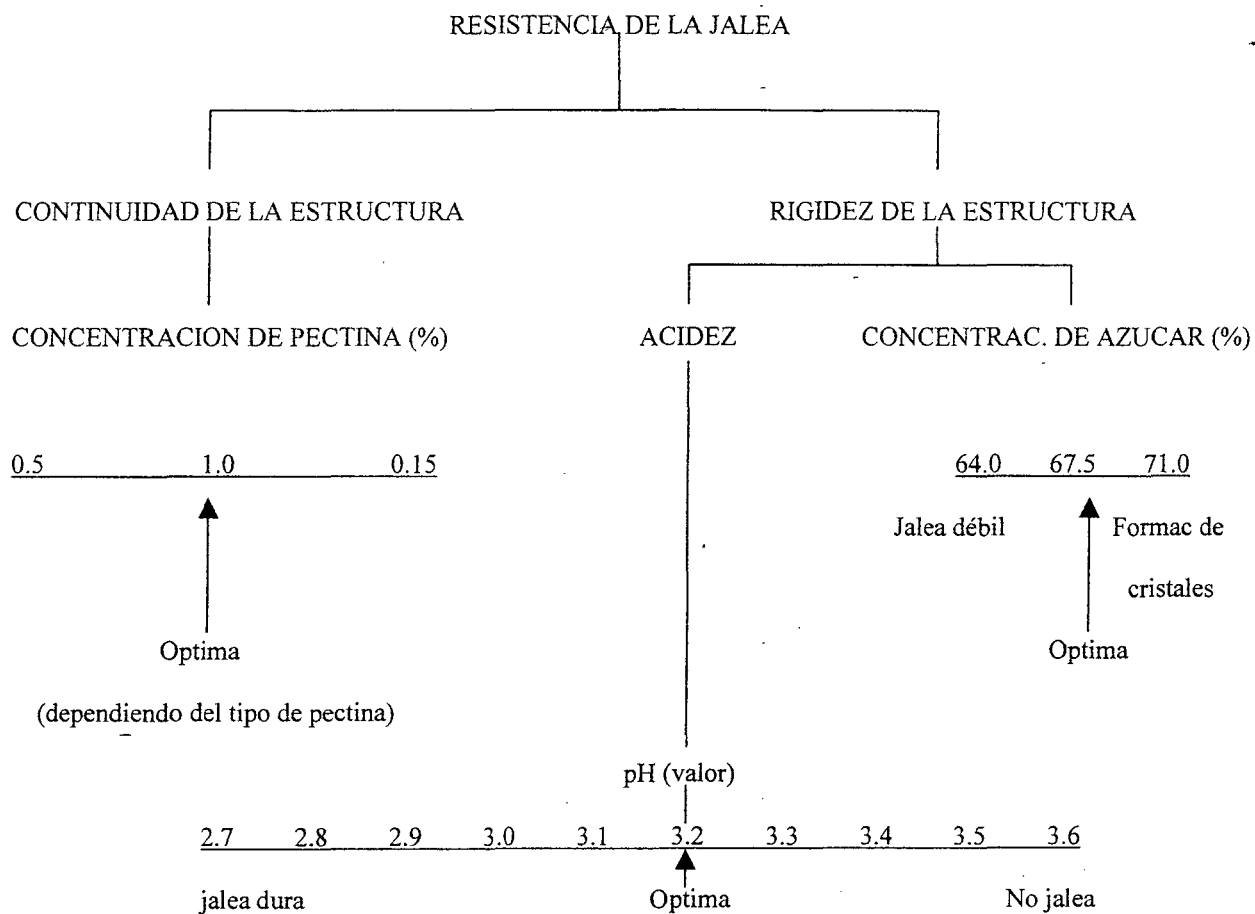


FIGURA 2: Formacion de jalea en funcion de la combinacion pectina, Azucar y acido.

FUENTE : Rauch (1970)

La función del agua en el gel de pectina de frutas es disolver el ácido y el azúcar, ambos indispensables para la formación del gel y para dispersar la pectina.

El ácido es indispensable para proporcionar iones hidrógeno. Estas en teoría neutralizan las cargas lo suficiente para que las moléculas de pectina dispersas ya no se repelan unas a otras, pero antes que se pueda formar entrecruzamientos entre las moléculas adyacentes de pectina, debe haber suficiente concentración. El azúcar afecta la gelificación disminuyendo la actividad de agua (Charley, 1987)

2.2.4. Elaboración de Mermeladas

Según Terranova (1990), las materias primas que intervienen en la elaboración de mermelada son: Frutas, agentes edulcorantes, agentes gelificantes, agentes acidificantes, agua y otros aditivos que permita la legislación nacional. A continuación se describen las características de estos ingredientes.

2.2.4.1. Frutas

Las frutas destinadas a la elaboración de jaleas y mermeladas, se emplean enteras, preferentemente en óptimo grado de madurez (madurez de consumo), que es cuando presenta su mejor sabor, color, aroma, así como gran riqueza en azúcares y pectina.

Cuando se utilizan pulpas elaboradas con anterioridad, estas materias primas debe haber sido estabilizadas térmicamente con el objeto de evitar el deterioro que causan los microorganismos y las enzimas.

Según Bergeret, citado por Guevara (1985), las frutas para jaleas y mermeladas se clasifican en la forma como se observa en el cuadro 5.

El sabor y aroma de frutos y legumbres depende de la relación en contenido de azúcar y ácidos, de la riqueza en taninos (astringentes) y de la presencia de numerosos compuestos más o menos volátiles, tales como los ésteres, alcoholes, aldehidos, cetonas, terpenos, etc.

El color de frutas y legumbres se debe a los pigmentos localizados en los plastos y vacuolas y el líquido citoplasmático de las células, muchas veces limitado solo a las células epidérmicas, los pigmentos más característicos pertenecen a tres grandes grupos:

- Las clorofilas, verdes y liposolubles.
- Los carotenoides amarillos y naranjas, también liposolubles.
- Las antocianinas, son rojas o azules e hidrosolubles.

En el Cuadro 6 se observa el contenido medio de pectina de algunos frutos.

CUADRO 5 : Clasificación de los Frutos para Jaleas y Mermeladas

CUALIDAD	FRUTO
Ricos en Pectina y ácido	Manzanas ácidas y silvestres, zarzamoras ácidas, grosellas, frutas cítricas, guayabas, ciruelas y cerezas ácidas, membrillo y ciertas variedades de uva.
Medianamente ricas en pectina y ácido	Manzanas maduras y en general todas las citadas anteriormente en estado maduro.
Ricas en pectina pero pobres en ácido	Cerezas, higos verdes, melón, membrillo maduro y guayabas.
Ricas en ácido y pobres en pectina	Damasco, frutillas y rubiarbo
Pobres en acidez y pectina	Duraznos, peras, higos maduros, frambuesas y granadas.

FUENTE: Bergeret, (1963) citado por Saboya (1988)

CUADRO 6: Contenido medio de pectina en algunas variedades de fruta.

VARIEDAD DE FRUTA	CONTENIDO DE PECTINA COMO PECTATO CALCICO (PORCENTAJE MEDIO)
Uvas espinas	0.81
Grosellas rojas	0.58
Ciruelas victoria	0.872
Manzanas	0.75
Fresas	0.53
Cerezas	0.24
Moras	0.59
Ciruelas damacenas	1.15
Ciruelas rojas y azules	0.82
Grosellas negras	1.08
Frambuesas	0.53
Ciruelas claudias	0.95
Ciruelas verdes y amarillas	0.8

FUENTE: Rauch, 1970

2.2.4.2. Pectina

Kertesz (1951) citado por Desrosier (1994), define a la pectina como aquellos ácidos pectínicos solubles en agua, de contenido de éster metílico y grado de neutralización variables que son capaces de formar geles con azúcar y ácido en condiciones adecuadas.

Desrosier (1994), hace referencia de que los tejidos vegetales contienen pectina soluble en agua, ácido pectínico insoluble, protopectina y un compuesto que contiene alguna sustancia pectica y celulosa. La lámina media de las células vegetales consiste en protopectina (que es el precursor insoluble de la pectina) más otros constituyentes, la cual cuando es hervida en solución ácida (fruta), es hidrolizada a pectina soluble por hidrólisis enzimática o ácida.

Cheftel (1980), menciona que las sustancias pecticas se encuentran principalmente en las paredes celulares y los espacios intercelulares de los tejidos vegetales; son capaces de retener mucha agua y participar en la transferencia de agua en las plantas.

La pectina se obtiene a partir de sub productos vegetales o alimentos de bajo costo como las cáscaras de los cítricos o de manzanas y pulpa de remolacha. También se obtiene pectinas de alta calidad extrayéndolo de las cáscaras de limón con una solución caliente de un ácido diluido, luego se lo hace precipitar con 2-propanol. (Desrosier, 1994).

El albedo (capa blancuzca esponjosa) de la piel de los frutos cítricos, es una fuente especialmente rica en pectina, llegando a contener hasta el 50% referido a materia seca (Fenema, 1982).

Según Fenema (1982), la estructura básica de las sustancias pécticas es una cadena lineal de unidades de ácido anhidro-D-galacturónico, unida por enlaces α -(1-4), figura 3. Algunos de los grupos carboxílicos están metilados y otros se hallan como sales o ácidos libres.

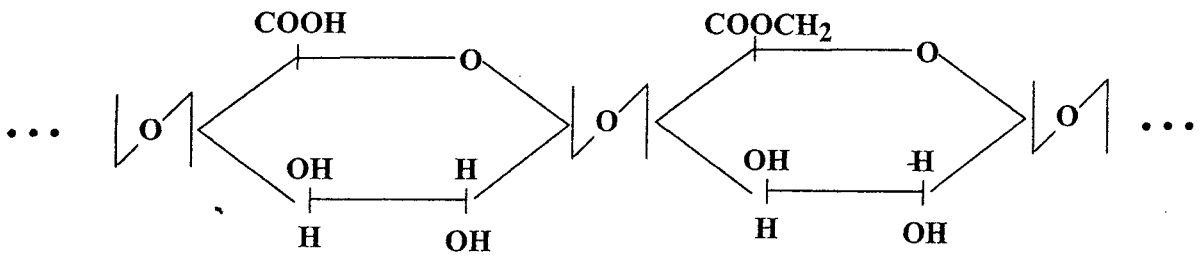


Fig. 3 Unidades de ácido galacturónico y de galacturonato de metilo de la pectina

FUENTE: Fenema (1982).

Cheftel (1980), señala que debe llamarse pectinas únicamente las cadenas poligalacturónicas metiladas al 100% y ácidos pectínicos a los que tuviesen una proporción de metilación inferior al 100%.

Las pectinas según Schneider y sus colaboradores, citados por Braverman (1967), está formada por una cadena larga de moléculas de ácido poligalacturónico con grupos carboxilo parcialmente esterificado por alcohol metílico.

La proporción de metilación se expresa por el contenido en metoxilo $-OCH_3$, resultante de la determinación analítica; la metilación total corresponde a un contenido en $-OCH_3$ del 16.3%, mientras que en general, las pectinas que se extraen de diversos vegetales presentan contenidos en metoxilo comprendidos entre 10 y 12%. (Cheftel, 1980)

Alexander (1996), indica que el proceso de gelificación de las pectinas y otros agentes gelificantes, consiste en una asociación molecular que da lugar a una red tridimensional de considerable estabilidad mecánica, en cuya estructura queda atrapada la fase líquida en la que se desarrolla el proceso.

Según Rauch (1970), la pectina se compone de dos partes principales, una conteniendo los arabanos y la otra relacionada con la galactosa. El ácido pectínico forma, a través de sus grupos éster, un componente importante de la molécula de la pectina. El contenido en metoxil es crítico para la factibilidad en la formación del gel. Basado en esto, encontraron que el ácido galacturónico en su forma más simple el ácido galacturónico deriva de la galactosa. Al ácido galacturónico se le agregan los grupos éster y el éster del ácido galacturónico, con los arabanos, forma la molécula de gran tamaño de pectina.

Propiedades de gelificación y usos de la Pectina

Según Cheftel (1982), menciona que una de las propiedades más importantes de las pectinas, desde el punto de vista de la industria alimentaria, es

su aptitud para formar geles, los que dependen de la longitud de la molécula péctica y su grado de metilación.

Para que se forme gel, debe haber azúcar, agua y pectina. En una jalea, el contenido de sólidos solubles, sobre todo azúcares, suele ser del 65 al 70% y el pH, de 2.8 –3.2. Los protones del ácido desplazan el equilibrio entre los grupos ionizados y los no ionizados hacia los grupos menos ionizados, por lo que disminuyen las cargas negativas, se debilita la atracción entre la pectina y las moléculas del agua y decrece la posibilidad de la pectina de mantenerse en estado disperso. El azúcar además reduce la hidratación de la pectina al competir por el agua. Cuando se enfría la dispersión inestable de la pectina menos hidratada forma un gel. El gel es reversible y capaz de licuarse al calentarlo (Fennema, 1982)

Todas las pectinas presentan un pH óptimo de gelificación, cuando éste pH disminuye la fuerza de gelificación aumenta hasta cierto límite, pero si sigue bajando aún más, se produce el fenómeno de sinéresis, donde el gel exuda el líquido que contiene (Braverman, 1967)

El principal uso de la pectina radica en la fabricación de jaleas y mermeladas con mucho azúcar. Estos productos están preparados con pectinas, en las cuáles por lo menos el 50% de los productos carboxílicos están metilados. Cuanto más alto es el grado de metilación, más alta es la temperatura a que se forma el gel. La pectina rápida (de unos 74 G: M) se emplea en mermeladas y conservas, donde importa mucho el espesamiento para asegurar que la fruta quede uniformemente repartida por

toda la sustancia. Para jaleas, se utilizan pectinas rápidas que lentas (de unos 60 GM). (Fenema, 1982)

Las pectinas de baja proporción en metoxilo permiten gelificar la leche, preparar jaleas de fruta sin añadir azúcar o jaleas a base de carnes que mantengan su consistencia aun en climas tropicales.

En jugos de frutas no solo se usa para espesar sino también para estabilizar, coadyuvando a prevenir la separación de la pulpa.

2.2.4.3. Azúcar: Propiedades y acción sobre micro organismos

Rauch (1970), menciona que el azúcar es uno de los ingredientes básicos en la elaboración de mermelada, se utiliza normalmente el azúcar de caña, conocido químicamente como sacarosa. El azúcar puede añadirse a la pulpa bien en estado sólido o disuelto en agua como jarabe. La adición como jarabe posee ventajas de tipo técnico; la adición en forma sólida, da al producto un gusto a caramelo, que mucha gente prefiere por su sabor.

Además de su valor nutritivo, los azúcares hacen de humectantes, plastificantes, agentes de consistencia, fijadores de aroma, productores de aroma (vía reacciones de pardeamiento) y edulcorantes de los alimentos.

La propiedad más importante de las moléculas de hidratos de carbono, es su capacidad de formar enlaces de hidrógeno con el agua, con otras

moléculas polares y entre ellas mismas. Ceden los protones débilmente ácidos de sus grupos hidróxilo a los nucleófilos y aceptan protones en sus átomos de oxígeno electronegativos. Incluso el poder dulce del azúcar parece depender de ésta propiedad (Fennema, 1982)

Según Fennema (1982), los hidratos de carbono son hidrofílicos en diferentes grados, según sus estructuras. La velocidad y el grado de absorción de agua por los azúcares en estado seco dependen de la pureza absoluta, su pureza anomérica, si forma hidratos cristalinos estables y de la homogeneidad de sus estructuras cristalinas.

La higroscopicidad de los azúcares, dextrinas y sus mezclas es un factor importante que afecta a la aceptación de los productos de confitería, polvos, pastelería, etc. que no se han de apelmazar con la humedad; la maltosa y la lactosa por su limitada absorción de humedad son muy útiles. Por el contrario los azúcares líquidos más higroscópicos (por ejemplo azúcar invertido y jarabe de glucosa), ayudan a mantener la humedad de éstos productos, sin los cuáles se desmenuzan fácilmente y desaparece el efecto plastificante (Fennema, 1982)

Según Luck, citado por Guevara (1985), la sacarosa disminuye la actividad del agua de un sistema (valor a_w) y con ello las posibilidades de vida de un microorganismo. Los alimentos que han de conservarse se sumergen en soluciones más o menos concentradas de sacarosa, o bien esta se puede añadir en forma sólida. Por efecto osmótico se establece en el alimento una a_w cuyo grado depende del contenido en azúcar. El cuadro 7 indica la actividad del agua en las soluciones de sacarosa.



CUADRO 7. Actividad de agua de las soluciones de sacarosa:

a_w	CONTENIDO DE LA SOLUCION EN Gr. DE SACAROSA/100Gr H ₂ O
0.99	11
0.96	25
0.95	78
0.94	93
0.93	107
0.92	120
0.90	144
0.88	169
0.86	194
0.85	208
0.84	220
0.82	243

FUENTE: Luck (1981), citado por Saboya (1988).

Los productos conservados con azúcar, tal como mermeladas y confituras, muestran una actividad de agua de 0.75 a 0.82 que muchas veces no inhibe la proliferación de mohos y levaduras, haciéndose necesaria una pasteurización adicional, o el uso de otros conservadores como el ácido sórbico, benzoato de sodio, etc.

Según Cheftel (1980), el crecimiento de los microorganismos sólo se observa con actividades de agua relativamente elevadas. Hay generalmente un valor óptimo de crecimiento situado entre 0.92 y 0.99. por debajo de éste óptimo crecimiento se retarda, paraliza o inhibe. Esto explica, parcialmente, la relativa estabilidad frente a los microorganismos de los alimentos secos y adicionados de azúcar o sal, tales como quesos, salchichones, mermeladas, etc.; debido a la influencia de la presión osmótica sobre los cambios entre membranas. El cuadro 8 da una idea de las actividades mínimas de agua necesarias a las diversas clases de microorganismos.

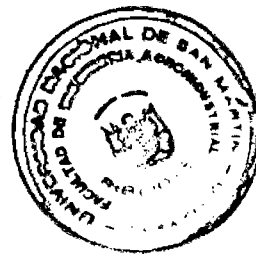
2.2.4.3.1. Azúcar Invertido

Durante el proceso de ebullición de soluciones de sacarosa en presencia de ácido; ocurre hidrólisis en la cual son formados azúcares en reducción (dextrosa y levulosa). La sacarosa es convertida en azúcar en reducción y el producto es conocido como azúcar invertido. La velocidad de inversión es influenciada por la temperatura, el tiempo de calentamiento y el valor de pH de la solución (Desrosier, 1994)

CUADRO 8: Actividad de agua mínima aproximada para el crecimiento de microorganismos.

MICROORGANISMOS	a_w
Bacterias	0.91
Levaduras	0.88
Mohos	0.80
Bacterias halófilas	0.75
Mohos xerófilos	0.65
Levaduras osmófilas	0.60

FUENTE: Cheftel (1980)



Según Cheftel (1980), la formación de azúcar invertido está favorecida por el pH ácido de un alimento y se produce espontáneamente en los zumos de fruta durante su almacenamiento.

Se denomina inversión por que el poder rotatorio de la solución frente a la luz polarizada es invertida por la hidrólisis: pasa de $(\alpha)_D=66^{\circ}5$ (solución sacarosa) a -20° (solución azúcar invertido). La inversión también motiva a un aumento de 5.26% en peso de materia seca en la solución, una débil elevación del sabor dulce y sobre todo una elevación de la solubilidad del azúcar en solución (Cheftel, 1980).

La cantidad de azúcar invertido en las mermeladas debe ser menor que la cantidad presente de sacarosa. Basado en un total de sólidos solubles al 70%, el porcentaje de azúcar de azúcar invertido debe ser menor que el 35%. Con preferencia la cifra debe mantenerse entre 28 al 32%. La inversión en las mermeladas más ácidas debe mantenerse baja, mediante el uso de “tampones” y en las mermeladas de baja acidez, se aumenta con la adición de azúcar invertido o de ácido. La inversión de azúcar resulta también afectada por el tiempo y la temperatura de cocción.

2.2.4.4. Ácidos

Según Frazier (1962), los ácidos láctico, acético, propiónico y cítrico o sus sales, en algunos casos se producen en los propios alimentos, de lo

contrario tienen que ser adicionados. El ácido cítrico es un sustitutivo de los sabores de la fruta, actuando además como conservador.

Ducar (1976), menciona que la presencia de ácidos en la elaboración de mermeladas es muy importante, no solo por que ayuda a la extracción de la pectina, sino por que es esencial para una buena gelificación, para dar color brillante a la mermelada y por que además mejora el sabor y ayuda a impedir la cristalización del azúcar.

Charley (1987), señala que la mayoría de las pectinas de fruta formarán un gel a una concentración del ión hidrógeno que queda dentro del rango de pH de 2.8 a 3.4 a menos que el pH esté por debajo de 3.5, es imposible que se forme un gel.

Meyer (1990), señala que la solidificación de la mermelada se debe a la presencia de pectina y ácidos. La pectina tiene el poder de solidificar una masa que contiene 65% de azúcares y hasta 0.8% de ácidos. Este contenido de ácidos debe resultar en un pH de 2.9 hasta 3.4 en la elaboración de mermeladas.

2.2.4.5. Conservadores Químicos

Los conservadores químicos son definidos como agentes químicos que sirven para retardar, evitar o enmascarar los cambios indeseables que sufren los alimentos. Los agentes antisépticos debe ser tóxicos para los micro organismos pero no para el hombre.

Las normas del ITINTEC (203.047), establecen que para mermeladas sólo se pueden emplear 3 conservadores químicos: Benzoato de sodio, ácido sórbico y sorbato de potasio.

El Benzoato de sodio, es una de las sustancias más empleadas en la conservación de alimentos, sobre todo debido a su bajo precio. Es un polvo blanco cristalino cuya solubilidad en agua a temperatura ambiente es de 63 gr/100gr. Se ha demostrado que la salud del hombre no es afectada por la ingestión prolongada de 5 a 10 gr de benzoato de sodio (Luck, 1981), citado por (Guevara, 1985)

Fennema (1982), refiere que el rango óptimo de éste conservador para una mayor actividad es a pH de 2.5 a 4.0.

Frazier (1962), indica que el benzoato de sodio tiene su acción específica en catchup, mermelada y otros alimentos ácidos.

2.2.5. Proceso de Fabricación de Mermeladas

En la elaboración de mermeladas, juega un papel importante la formulación inicial (fruta, azúcar, ácido, pectina y conservador), acondicionamiento de la materia prima, cocimiento de la mezcla (fruta, azúcar), adición de gelificante, adición del conservador, fin del cocimiento, envasado, enfriado y almacenaje.

Terranova (1995), propone el flujograma para la elaboración de mermeladas que se aprecia en la Figura 4. En el presente trabajo se dan énfasis solamente a las operaciones más importantes.

2.2.5.1. Métodos para la Determinación de la Relación

Fruta/Azúcar

Terranova (1995), recomienda el uso de fórmulas, donde la relación de empleo de Fruta:Azúcar, se obtiene mediante la siguiente formula:

$$A = S - Fx (\text{oBrix}/100)$$

Donde:

A = Peso del azúcar por emplear en 100 kg del producto final.

S = Sólidos solubles del producto final (65° - 68° Brix)

F = Contenido de fruta respecto al producto final . ° Brix =
Sólidos solubles de la fruta (%).

Según el Tratado de Cooperación Amazónica (1997), recomienda la formulación de las mermeladas debe tener Fruta Y azúcar en una proporción del 50% y 50%. Una mermelada tiene un punto de término, cuando la concentración de azúcar de la mezcla alcanza los 65° Brix. Esto significa que si se mezclan partes iguales de fruta y de azúcar, parte del agua de la fruta deberá ser evaporada durante el proceso y el producto será de un peso poco menor que la mezcla

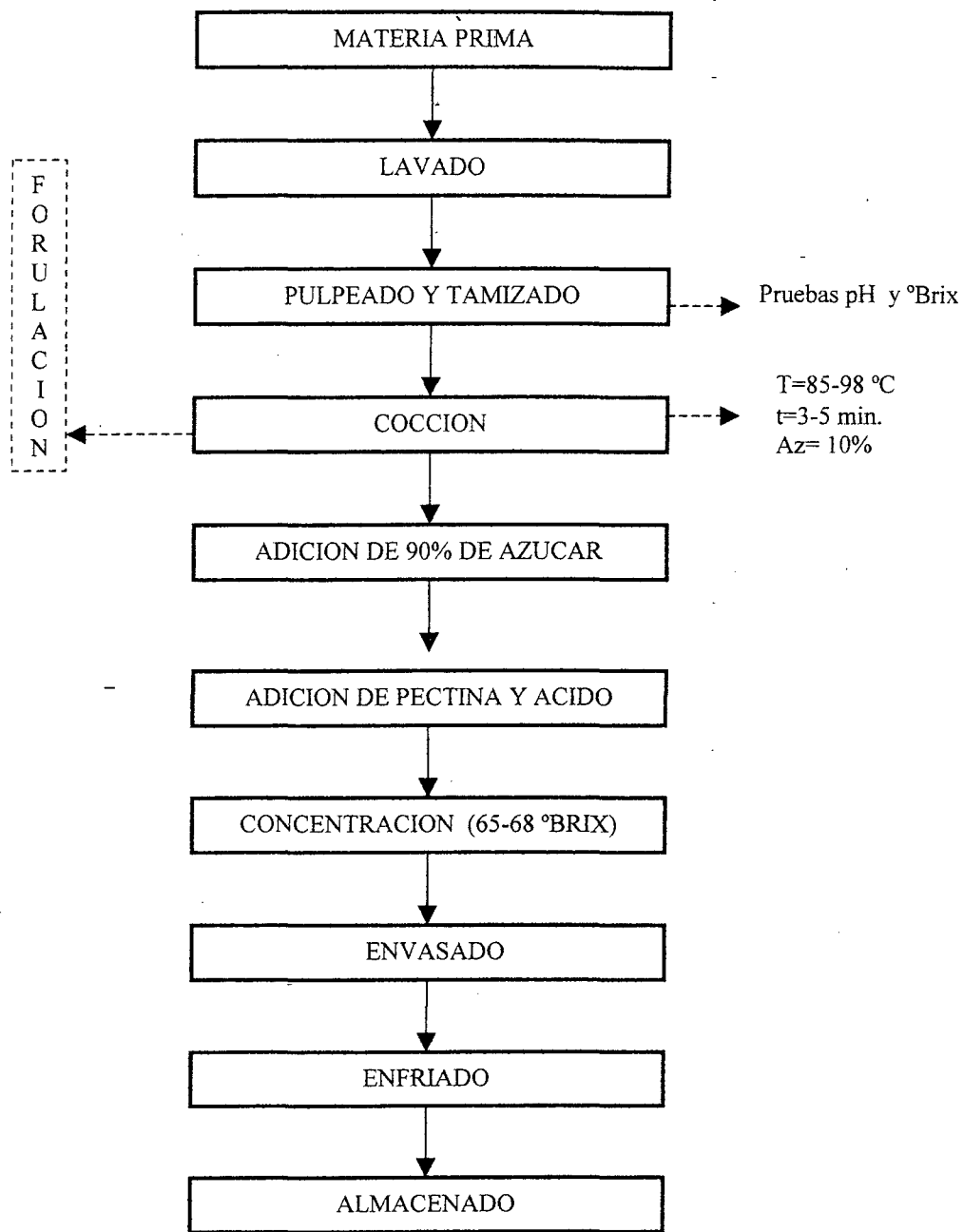


FIGURA 4: Proceso de obtencion de mermeladas

FUENTE: Terranova (1995)

original, lo importante es calcular de antemano el peso final. Esto se logra de la siguiente manera:

BF	:	° Brix de la fruta
BA	:	° Brix del azúcar = 100
XAF	:	Fracción de azúcar de la fruta.
PF	:	Peso de fruta
PA	:	Peso de azúcar + peso de fruta inicial
PAF	:	Peso de azúcar aportado por la fruta
PTA	:	Peso total de azúcar en el producto
BP	:	° Brix de la mermelada terminada
XAP	:	Fracción de azúcar en el producto
XAA	:	Fracción de azúcar en el azúcar 1
PTP	:	Peso total de la mermelada

Siendo:

$$BF/100 = XAF$$

$$PF/XAF = PAF$$

$$BP/100 = XAP$$

$$PTA/XAP = PTP$$

De éste modo se pueden calcular la formulación y el resultado de cualquier mermelada. En cambio Dominguez Et al (1987), menciona el Método Francés: Cálculo de proporción Fruta-azúcar que consiste en el uso de la tabla ex el anexo 2, donde conociendo el valor del porcentaje de sólidos solubles de la fruta, se

entra en forma horizontal, buscando el porcentaje final de sólidos solubles que deseamos obtener en el producto final, una vez fijado el valor de éste se sube en forma vertical, para determinar la proporción de fruta-azúcar que se debe usar.

2.2.5.2. Cocción de la Fruta

Según Rauch (1970), el tiempo de cocción depende de la variedad y textura de la fruta además, éste cocimiento convierte la protopectina insoluble en pectina soluble. El tiempo de cocción no debe exceder los 30 minutos. En este momento es propicia la prueba para conocer la cantidad de pectina y de acuerdo a ella será necesario agregar el azúcar, lo cual debe hacerse de la siguiente manera: a una menor cantidad de pectina menor será la cantidad de azúcar a añadir. Un tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el color y sabor natural de la mermelada. Una excesiva cocción aumenta en grado extremo la inversión del azúcar.

Según Fellows (1994), señala que el objetivo de ésta cocción es ablandar la piel y romper las paredes de la célula del fruto y así extraer la pectina. Todas las frutas que necesiten el que se les adicione agua, antes de añadirle azúcar deberán hervirse hasta que su volumen se reduzca a un tercio. Las frutas que se rompen rápidamente no hay que añadirles agua.

2.2.5.3. Adición de Azúcar

Para poder conseguir la adecuada estructura y consistencia en el producto se agregan durante la cocción azúcares, agentes gelificantes, conservadores

químicos y ácidos. En cuanto a la adición de azúcar para jugos ricos en pectina y ácidos, Bergeret, citado por Guevara (1985), recomienda utilizar mayor cantidad de azúcar. Sin embargo una proporción normal es aquella conformada por cantidades iguales de azúcar y fruta.

Según Sevilla (1978), el azúcar se debe dividir en dos lotes, uno que corresponda a las 2/3 partes y la otra a 1/3. Se adiciona las 2/3 partes y se lleva a ebullición por 5 minutos, seguidamente se agrega el 1/3 restante agitando constantemente. Con esta forma de agregar el azúcar se evita la caramelización.

En cambio Rauch (1970), recomienda que la división sea en dos lotes iguales, y la forma de adición se realice, el 50% al inicio y lo restante a los 3 o 4 minutos, el azúcar debe estar libre de SO_2 .

Una parte de la sacarosa debe ser invertida a fin de evitar la cristalización de la misma durante el almacenamiento (Terleira, 1988)

2.2.5.4. Adición de Pectina

Según García, citado por Terleira (1988), la deficiencia natural de pectina se suple adicionando pectina; que si es en polvo, ésta puede disolverse en agua caliente, en fruta cocida o en jugo de fruta, siempre y cuando la temperatura no sea mayor a los 50 -80 °C. Se mezcla la cantidad requerida de pectina con 5 -8 veces su peso de azúcar. El objetivo del azúcar, en éste caso es actuar como dispersante.

Domínguez et al. (1987), proporciona una fórmula para calcular la cantidad de pectina sobre la base de la cantidad total de azúcar (contenido en la pulpa, más azúcar adicional) y del grado comercial de la pectina.

$$\text{Pectina} = \text{Cantidad de Azúcar total} / \text{Grado de pectina}$$

Cheftel (1980), sugiere agregar la pectina de 2 a 3 minutos antes de finalizar la cocción, ya que si se adiciona muy pronto existe peligro de degradación.

Desrosier (1994), recomienda que para evitar la formación de grumos y conseguir una dispersión uniforme, debe mezclarse una parte de pectina con 5 partes de azúcar seco. La mezcla se debe dispersar en agua utilizando buena agitación, luego la temperatura debe elevarse a 87 °C o más para asegurar la solubilización.

2.2.5.5. Adición de Ácido

Según Aleixandre, (1976). La adición de ácido sólo se justifica en el caso en que la fuente sea pobre en éstos componentes (ácido cítrico o tartárico generalmente). El pH será lo suficientemente bajo (3 - 3.3) para conseguir durante la cocción la inversión del 30 al 50% de la sacarosa añadida e impedir la cristalización; pero un pH demasiado bajo puede plantear los siguientes inconvenientes:

1. Inversión excesiva con peligro de cristalización de la glucosa.
2. Gelificación demasiado rápida, con formación de grumos.
3. Sabor excesivamente ácido.
4. Sinéresis, es decir, contracción del gel con exudado de líquido.

Terranova (1995), indica que para hallar el volumen de solución de ácido cítrico necesario para el ajuste del pH, se procede tomando una muestra de pulpa de peso conocido y se determina su pH. Sin retirar el electrodo se continua leyendo los cambios de pH al agregar y con agitación de cantidades pequeñas de ácido cítrico (solución al 50% peso/volumen) hasta llevarlo a un valor de 0.1 más bajo del considerado para el producto terminado. Luego por proporción, se encuentra la cantidad de ácido que se va a adicionar en todo el lote.

2.2.5.6. Concentración de la Mezcla

Según Fellows (1994), al añadir el azúcar, la mermelada debe removerse, hasta que se disuelva y después deberá llevarse hasta el punto de ebullición tan rápido como sea posible y dejar que hierva en seguida. Si la fruta se hirvió bien antes de la adición del azúcar, no es necesario después hervir la mermelada más que durante un tiempo que oscila entre 13 y 20 minutos de acuerdo con la clase y cantidad. Cocimiento lento antes de la adición del azúcar y muy rápido y corto después, es la regla ideal para hacer mermeladas.

2.2.5.7. Determinación del Punto Final de la Cocción

Según Desrosier (1994), el punto en el cual la evaporación se detiene es determinado por el nivel de sólidos solubles en el sustrato. El medio usual de identificación es por el uso de un refractómetro. Hay tablas disponibles que relacionando el índice de refracción con el contenido de sólidos solubles de las soluciones de azúcar. A presión estándar, el punto final de concentración será usualmente alcanzado cuando la temperatura de ebullición sea igual a 220 - 221 °F en cocedores atmosféricos. En las unidades de concentración al vacío, el contenido de sólidos solubles debe ser determinado por medio del índice de refracción o por el uso de hidrómetros.

Sunkist, citado por Saboya (1983), manifiesta que existen tres formas de determinar el punto final en jaleas y mermeladas que son las siguientes:

1. Determinación del punto de ebullición

Se determina el punto de ebullición, con el incremento de la temperatura, que se eleva con el incremento de sólidos solubles totales

2. Determinación de la Densidad Total

Usando los densímetros Brix o Balling y que corresponde a 65 - 67 % de sólidos solubles.

3. Determinación del punto final por medio del Refractómetro

Es el método más exacto y es fácil de realizar la lectura del índice de refracción de los sólidos solubles totales se obtiene directamente en las tablas, después de haber determinado el índice de refracción, aunque hay refractómetros para lectura directa del porcentaje de sacarosa.

2.2.5.8. Llenado y Cerrado de envases

Rauch (1970), recomienda llenar los envases en caliente a temperatura de 85 - 88 °C, con ello se evita el proceso de esterilización posterior; aunque creen conveniente pasar posteriormente los frascos envasados por agua caliente a temperatura de 82 - 88 °C por un lapso de 15 minutos dependiendo éste tratamiento del tamaño de los frascos. La etapa posterior a esta esterilización, es un enfriamiento rápido, en el que se debe tener en cuenta la gradiente de temperatura para evitar quebraduras en los envases. Así se logra un mejor sabor y un mejor color.

2.2.5.9. Almacenaje

Según Hurtado citado por Guevara (1985), antes de pasar al almacenaje, se realiza una limpieza superficial de los envases y se procede al etiquetado. El almacenaje se realiza por lotes idénticos con el día de producción y así poder realizar controles durante éste periodo.

2.2.6. Defectos en la Elaboración de Mermeladas

Según Meyer (1990), en la mermelada elaborada se puede presentar los siguientes defectos.

1. Desarrollo de hongos y levaduras en la superficie.

Es causados por envases no herméticos o contaminados; solidificación incompleta, dando por resultado una estructura débil; bajo contenido en sólidos solubles y llenado de los envases a temperatura demasiado baja.

2. Cristalización de azúcares.

Una baja inversión de la sacarosa por una acidez demasiado baja provoca la cristalización. Por otro lado, una inversión elevada por una excesiva acidez o una cocción prolongada, provoca la cristalización de la glucosa.

3. Caramelización de los azúcares.

Se manifiesta por una cocción prolongada y por un enfriamiento lento en la misma paila de cocción.

4. Sangrado o Sinéresis.

Se presenta cuando la masa solidificada suelta líquido. Generalmente es causado por acidez excesiva, concentración deficiente, pectina en baja cantidad o por una inversión excesiva.

5. Estructura débil.

Es causada por un desequilibrio en la composición de la mezcla, por la degradación de la pectina debido a una cocción prolongada y por la ruptura de la estructura en formación o por envasado a una temperatura demasiado baja.

6. Endurecimiento de la fruta.

El azúcar endurece la piel de la fruta poco escaldada. Esta se vuelve correosa, también la utilización de agua dura tiene ese efecto.

2.2.7. Pérdida de Nutrientes de los alimentos por el procesamiento

Fennema (1994), señala que todos los alimentos sometidos a procesamiento se hallan expuestos a pérdidas de su contenido de vitaminas y minerales, excepto en aquellos casos en que la utilidad del nutriente se incrementan o se inactivan algunos factores anti nutritivos. En general se procura que en el proceso se minimicen las pérdidas de nutrientes y se optimice la seguridad del producto. Entre los factores que influyen en el contenido de nutrientes, menciona:

- Variación genética y grado de madurez.

- Condiciones del terreno.
- Uso y tipo de fertilizantes
- Clima y horas de luz.
- Disponibilidad de agua.
- Preparación: Los tejidos de las plantas se someten a las prácticas de preparación y subdivisión, que conducen a pérdidas del contenido de nutrientes de la porción comestible, en relación con la planta entera. Por lo general se eliminan las pieles y cortezas de frutas y vegetales, a las que la mayor parte de las veces tienen un alto contenido de vitaminas y minerales.
- Lixiviación y blanqueo: Una de las vías más importantes de la pérdida de nutrientes hidrosolubles estriba en la extracción de las superficies cortadas o delicadas. Las operaciones que conducen a éstas pérdidas son: lavado, arrastre por agua, blanqueo, refrigeración y cocción. La naturaleza y grado de pérdida dependen del pH, temperatura, relación agua alimento, relación superficie volumen, madurez, etc.
- Tratamientos químicos: A los alimentos se adicionan diversos productos químicos en calidad de conservadores o coadyuvantes de fabricación. Algunos de ellos poseen efectos perjudiciales sobre el contenido de vitaminas.

Ácido Ascórbico.

Según Johnson y Peterson, citados por Lay (1993), el ácido ascórbico, conocido también como vitamina C es una sustancia blanca y cristalina, estable en ausencia de agua, a la luz y al aire. Es altamente soluble en agua y se oxida fácilmente

en medio alcalino, cuando se expone al calor y en presencia de trazas de metales, especialmente el cobre. Es agente reductor más activo que existe naturalmente en tejidos vivos.

Puesto que el ácido ascórbico es soluble en agua, se pierde fácilmente por lixiviación de las superficies cortadas o trituradas de los alimentos. Sin embargo, en los alimentos elaborados, las pérdidas más importantes después de la manipulación se deben a degradación química. En los alimentos ricos en ácido ascórbico, como las frutas, generalmente la pérdida va asociada de un pardeamiento no enzimático. La vía exacta de degradación de ácido ascórbico es muy variable y depende de cada sistema. Los factores capaces de influir sobre la naturaleza del mecanismo de degradación son: temperatura, concentración de sal y azúcar, pH, oxígeno, enzimas, catalizadores metálicos, aminoácidos, oxidantes o reductores, concentración inicial de ácido ascórbico y relación ácido ascórbico-ácido deshidroascórbico (Fennema, 1982).

El ácido ascórbico inicialmente se presenta en los alimentos (frutas), en equilibrio reversible con el ácido deshidroascórbico. Más adelante este compuesto puede sufrir deshidratación a ácido 2,3 - dicetoglucónico. Esta última reacción es irreversible. Los ácidos diacetos, tienden a sufrir descarboxilaciones muy fácilmente. Esta reacción conlleva a la producción de CO₂ y de productos de descomposición, además de pérdida de vitamina C. Urbano (1994).

Según Cheftel et al. (1983) el requerimiento promedio de vitamina C en un niño es de 30 a 50 mg por día y en un adulto es de 40 a 60 mg por día.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los Laboratorios de Análisis de los Alimentos, Control de Calidad y Microbiología y Fermentación; del Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

3.2. MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada en el presente trabajo fue la Acerola (Malpighia puniceifolia), procedente de los huertos familiares del distrito de Buenos Aires y comercializado en los mercados de la Ciudad de Tarapoto.

3.3. INSUMOS

Azúcar.- Se utilizó azúcar blanca comercial, se obtuvo en el mercado de la ciudad de Tarapoto.

Acido cítrico.- Se empleó una solución al 50% peso/volumen (500 gr. de ácido seco en 1 litro de solución).

Gelificante.- Se trabajó con pectina cítrica, grado 150, se obtuvo en el mercado de la ciudad de Tarapoto.

3.4. EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza Analítica de precisión, marca Denver, modelo AC-2KD, capacidad máxima 2000 gr., precisión 1.0 mg., USA.
- Balanza triple barra, marca Ohaus, capacidad 2610 gr.
- Potenciómetro digital de mesa, marca Hanna, modelo HI-8417, de medición 0.0 a 14.0, Italia.
- Refractómetro de alimentos marca CARL ZEIS JENA, serie N° 310371 – 310577 - 310383.
- Baño María, marca Memmert, modelo 350 W, Aleman
- Bomba de vacío modelo 5kh35gn – HP ¼ V 115
- Cocina eléctrica marca FISHER THERMIX HOT PLATE, modelo 200M N° 103.
- Cuchillos y cucharas de acero inoxidable.
- Equipo MICROKJELDHAL – 4000627 – 6014120. serie 255056 – 265082
- Equipo soxhlet
- Estufa incubadora, marca Memmert, modelo 450 W, Alemana
- Estufa de esterilización, marca Selecta, modelo 800W, España.
- Espectrofotómetro ruso KPK – 3, Absorvancia 0 – 2, L.O 300 – 900 nm.
- Materiales de microbiología

- Horno mufla, marca Termo line 1500 furnace.
- Pie de rey, marca INOX.
- Equipo de titulación o valorización
- Campana de vidrio – desecadores grandes al vacío.
- Termómetro de 0 – 210 °C.
- Autoclave vertical, marca Hirayama 220v, 200W, Japón
- Otros como ollas de acero inoxidable, licuadoras, tamices, coladores, etc.

3.5. REACTIVOS

- Solución de Hidróxido de sodio al 0.1N, 1.0N.
- Solución de Fenolftaleína al 1%
- Ácido cítrico en polvo.
- 2-6 Diclorofenol indofenol
- Oxitetraciclina Glucosa Agar (OGA)
- Agar recuento de placa.

3.6. MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS

- Probetas de 50, 100, 250, 500, 1000 ml.
- Matraces de 125, 250 y 500 ml.
- Placas petri
- Tubos de ensayo
- Fiolas de 25, 50, 100, 250 y 500 ml.

- Pipetas de 1.0, 2.0, 5.0 y 10 ml.
- Vasos de precipitación de 100, 250, 500 y 1000 ml.
- Goteros de 50 ml

3.7. METODO EXPERIMENTAL

3.7.1. Estudios Preliminares

En esta etapa del trabajo se estudió a la acerola (*Malpighia puniceifolia*) como materia prima, realizándose análisis físico-químicos (sólidos totales pH, acidez total, azúcares reductores, sólidos solubles, índice de madurez, determinación de pectina), análisis proximal (humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos) y rendimientos, posteriormente se realizaron las pruebas preliminares, usando tres (03) diferentes relaciones de fruta/Azúcar (F1 = 55/45, F2 = 50/50, F3 = 60/65), bajo diferentes niveles de pH (2,9,3,2,3,4). Obtenidos los productos se realizaron evaluaciones físico-químicos y sensoriales, a fin de determinar la mejor formulación. -

3.7.2. Estudio Definitivo

Esta segunda etapa corresponde a las pruebas definitivas que se realizaron tomando los resultados del estudio preliminar evaluando el proceso de elaboración a fin de establecer los parámetros tecnológicos óptimos para la industrialización de la acerola, luego durante el almacenamiento se evaluó el

comportamiento del producto obtenido en referencia a la variabilidad de las características físico-químicas y microbiológicas.

3.8. METODOLOGÍA

La elaboración de mermelada a partir de acerola, se ejecutó tomando como base un flujo grama preestablecido, (Figura 5).

3.8.1. Materia Prima

La acerola (*Malpighia puniceifolia*), obtenida de los huertos del Distrito de Buenos Aires, fue sometida a los primeros análisis para determinar el índice de madurez, a través de la determinación química que consiste en calcular mediante la relación °Brix/acidez, de donde los °Brix o porcentaje de sólidos solubles, fueron medidos haciendo uso del refractómetro y la acidez se calculó por el método de titulación con Hidróxido de sodio 0,1 N; método recomendado por Pearson (1976)

3.8.2. Selección y Clasificación

La selección de la materia prima se realizó en función al grado de madurez, eliminándose aquellos que presentaban deterioros y magulladuras en la superficie.

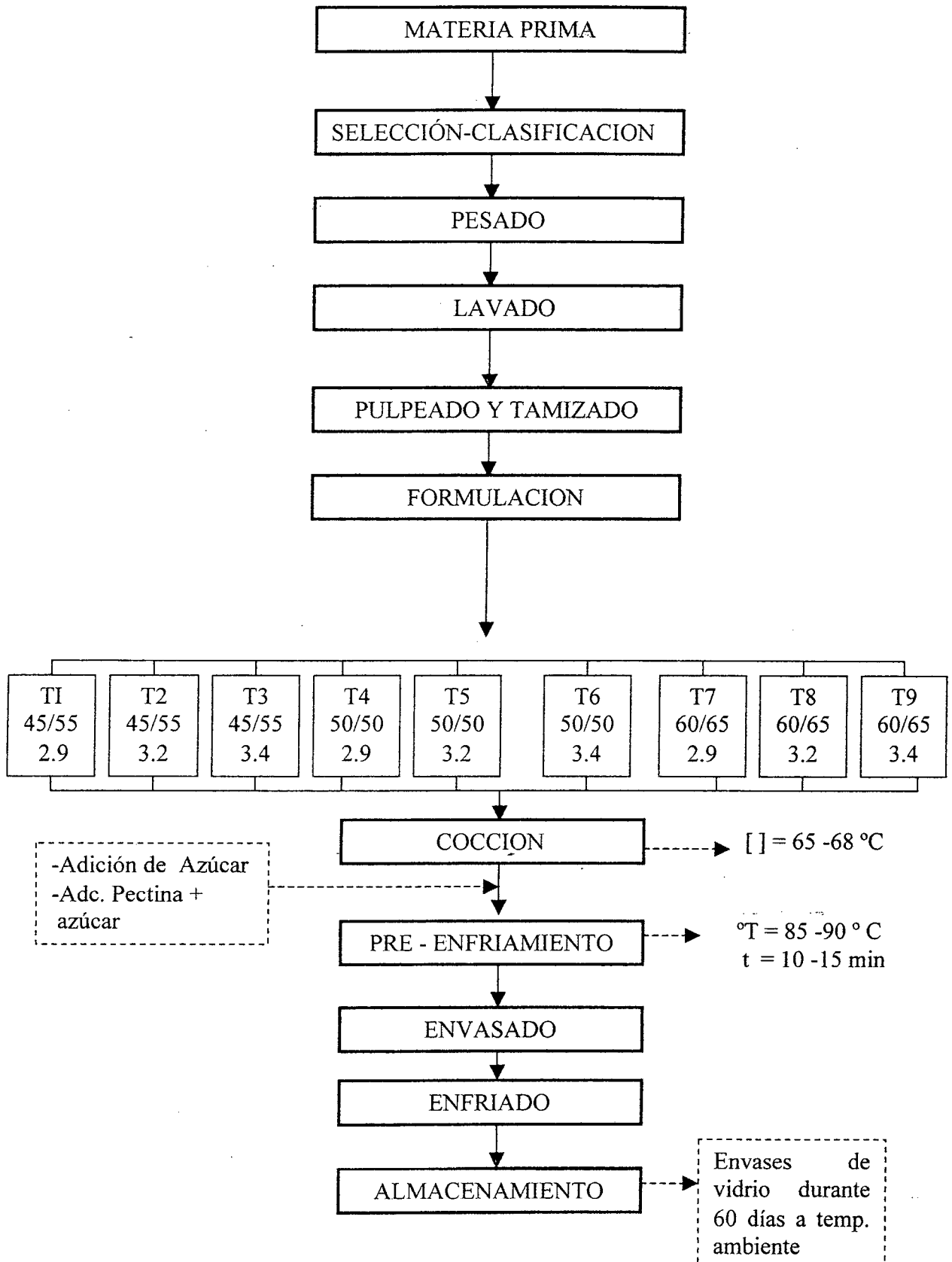


FIGURA 5. Flujograma Experimental para la Elaboración de Mermelada de Acerola.

La clasificación de los frutos de acerola, fue de acuerdo al tamaño mediante el uso del pie rey; en función al diámetro y largo; peso, contenido de sólidos solubles y rendimiento promedio.

3.8.3. Pesado

Operación que se tuvo en cuenta para conocer el rendimiento de la materia prima a producto terminado.

3.8.4. Lavado

Esta operación se realizó por inmersión y frotamiento de los frutos en agua limpia a temperatura ambiente, con la finalidad de eliminar toda sustancia ajena a la fruta.

3.8.5. Despulpado y tamizado

Para obtener una masa líquida y homogénea se trituró la fruta con un despulpador manual, luego se tamizó con la finalidad de separar la pulpa de las semillas.

3.8.6. Formulación

La pulpa obtenida fue sometida a análisis físico-químicos: Acidez titulable, pH, porcentaje de sólidos solubles (°Brix).

a. De la Relación Fruta/Azúcar

Para la determinación de las proporciones Fruta/Azúcar, se usó el método francés (Ver Anexo I) de donde se decidió utilizar las siguientes relaciones para 100 Kg de producto final: F1 = 45/55, F2 = 50/50, F3 = 60/65, para obtener un producto de 65 - 68 °Brix:

b. Del ácido cítrico

Otro factor que se tuvo en cuenta en la formulación fue el pH, para lo cual se usó ácido cítrico (Solución al 50% peso/volumen); para hallar el volumen de solución de ácido cítrico necesario para el ajuste de pH (2.9,3.2,3.4), se procedió tomando una muestra de pulpa con peso de 10 gr. y se determinó su pH, sin retirar el electrodo, se continuó leyendo los cambios de pH al agregar con agitación cantidades pequeñas de (0.1 ml) de ácido cítrico hasta alcanzar un valor de 0.1 más bajo del considerado para el producto final; luego por proporción se encontró la solución de ácido que se agregó a toda la masa de pulpa utilizada.

c. De la pectina

La dosis de pectina se calculó en función al contenido de azúcar de la fruta y la cantidad de azúcar adicionado y al grado de metilación de la Pectina.

3.8.7. Cocción

Esta operación se realizó en paila de cocción abierta de acero inoxidable, se sometió a cocción inicial hasta concentrar la fruta a 30 ° Brix; a ésta concentración se agregó las 2/3 partes del azúcar, para llevar a ebullición durante 5 minutos; seguidamente se agregó la 1/3 parte restante del azúcar, más la mezcla de pectina-azúcar, previamente preparada; luego de unos minutos se adicionó la solución de ácido cítrico al 50%, necesarios para bajar el pH deseado de la mermelada, la cocción siguió por unos minutos más hasta llegar a 30 minutos de cocción, donde la concentración de sólidos solubles esté en el rango de 65-68 °Brix. Los tratamientos de la formulación y la cocción fueron evaluadas por las características Físico-químicas (°Brix, pH, acidez) y una evaluación sensorial.

3.8.8. Pre – enfriamiento

Operación que se realizó durante 10 -15 minutos, hasta que la temperatura descienda hasta 85-90 °C, con la finalidad de evitar la producción de excesiva cantidad azúcar invertido; así mismo a cambios por caramelización y para facilitar la evaporación de agua.

3.8.9. Envasado

El envasado se realizó manualmente utilizándose envases de vidrio de 350 gr de capacidad, previa esterilización en autoclaves, luego fueron incorporadas al

proceso y llenados en caliente a temperatura entre 85 -90 °C, seguidamente se taparon e invirtieron para que el producto caliente quede en contacto con la parte interior de la tapa para así conseguir la esterilización de la misma

3.8.10. Enfriado

Los envases ya llenos fueron colocados en un ambiente aireado para permitir el enfriamiento rápido y favorecer la gelificación de la mermelada.

3.8.11. Almacenado

El producto final (mermelada envasada con 650gr) se almacenó a temperatura ambiente por un periodo de 60 días; en la cual se evaluó la estabilidad de los productos mediante análisis físico-químicos (Acidez titulable, Azúcares reductores, pH, aw, % de sólido solubles, % de sinéresis), Microbiológicos cada 30 días y análisis sensorial al finalizar el periodo de almacenamiento.

3.9. METODOS DE CONTROL

3.9.1. De la Materia Prima

3.9.1.1. Características físicas

Se utilizó el pie de rey para medir el largo y el diámetro de los frutos. Con la balanza analítica se determinó el peso de los componentes, se expresó en porcentaje de pedúnculo, semilla, pulpa, peso total.

3.9.1.2. Análisis físico-químicos

1. Humedad

Por desecación en estufa a 100 °C hasta peso constante, según el método de la AOAC (1980)

2. Proteína

Por destilación según el método micro Kjeldahl, según el método de la AOAC(1980)

3. Grasa

Método de Soxhlet, Según la AOAC (1980)

4. Fibra

Determinado mediante el Método de la AOAC (1980)

5. Ceniza

Se determinó calcinando la muestra en una mufla a 600 °C.
Método de la AOAC (1980)

6. Carbohidratos

Se determinó por diferencia restando de 100 el contenido de humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas

7. Vitamina C (ácido ascórbico)

Se utilizó el método espectofotométrico, basado en la reducción del colorante 2,6 Diclorofenol indofenol por efecto de la solución de ácido ascórbico. Método propuesto por el Departamento de Agricultura del Canadá (1990)

8. Sólidos Totales

Se determinó por diferencia del porcentaje de la humedad, según lo expresado por Pearson (1976)

9. pH

Se determinó por el método electrométrico, mediante el pH-metro digital a 20°C. Calibrado con una solución Buffer de pH 4. (Martinez,1980)

10. Acidez Total

Se determinó por titulación con NaOH 0.1 N, método citado por ITINTEC (1971)

11. Azúcares reductores

El método del DNS, utiliza el ácido 3,5 Dinitrosalicílico y Tartrato de sodio potasio en Hidróxido sódico como reactivo que reacciona con el grupo reductor, formando un compuesto de color marrón cuya intensidad es proporcional a la cantidad de azúcares presentes. Método citado por Ghose (1987)

12. Sólidos solubles

Se realizó con el refractómetro de mesa, expresado en grados Brix. (Pearson,1976)

13. Índice de madurez

Se determinó mediante la relación de porcentaje de sólidos solubles entre el porcentaje de acidez total. (Pearson, 1976)

14. Pectina

Se determinó mediante el método descrito por Lees (1982)

15. Determinación de la calidad de pectina

Método cualitativo, basado en las indicaciones dadas por Pearson (1976), para determinar si la pectina contenida en la pulpa de acerola es de buena calidad.

3.9.2. Durante el proceso

Se determinó; pH, pérdida de vitamina C, azúcares reductores, determinación de sólidos solubles; los métodos utilizados son los mismos que para los realizados con la materia prima.

3.9.3. De los productos terminados

3.9.3.1. Análisis físico-químicos

Se determinó humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos, acidez total, pH, contenido de ácido ascórbico, azúcares reductores. Según La AOAC (1980)

3.9.3.2. Evaluación de sinéresis

Se siguió el método seguido en el Manual de Laboratorio de Procesos I de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que consiste en el control de peso de 50 gr. de mermelada, realizándose pesadas cada 30 minutos a partir de los cuáles se deja reposar hasta que transcurran las 24 horas, tiempo total del control. El líquido absorbido por los papeles de filtro en 24 horas referido a 100 gr. de muestra es el porcentaje de sinéresis.. (Hurtado, 1993).

3.9.3.3. Determinación física de la composición del color

Se determinó de acuerdo al método descrito por RIDGWAY (1912)

3.9.3.4. Análisis microbiológico

- Numeración de Mohos y Levaduras, utilizando como medio de cultivo OGA (Oxitetraciclina glucosa agar), y se incubó a temperatura ambiente por 3 días (Mossel-Quevedo, 1967).

- Número Total de Gérmenes Aerobios, Mesófilos Viables, Utilizando como medio de cultivo Agar Recuento, incubándose a 37 °C por 48 horas (Mossel-Quevedo,1967)

3.9.3.5. Análisis sensorial

3.9.3.5.1. Prueba de Diferencia

Esta prueba se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad, permitió diferenciar las 9 muestras en tratamiento. El panel estuvo conformado por 15 panelistas, como parte de las pruebas preliminares para definir la mejor formulación a utilizar en las pruebas finales, se realizó una evaluación sensorial, mediante la prueba de diferencia por puntuación (Escala hedónica) evaluándose el

color, consistencia y sabor de las mermeladas, los cuales, debido a la elevada cantidad de tratamientos, fueron aplicados de acuerdo a la prueba de Durbin donde se cumple que el número de tratamientos es igual al número de unidades de experimentación por bloques y ordena los datos en un diseño de Bloques Incompletos Balanceados, es decir que cada panelistas evaluó sólo 3 mermeladas y cada mermelada fue evaluada 5 veces, lo cual impide provocar sobre saturación de los sentidos. Se evaluaron las características organolépticas de color, consistencia y sabor de las muestras en 3 sesiones (ver anexo 3) El puntaje considerado fue el siguiente:

5. Excelente
4. Muy bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Malo

Las muestras se presentaron al panelista en envases de vidrio, codificadas. Después de la evaluación fueron asignados números a cada punto de la escala. Los datos tabulados se evaluaron estadísticamente mediante la Prueba de Durwin al nivel del 5% de significancia.

3.9.3.5.2. Prueba de Preferencia

Se realizó a 60 días de almacenamiento, esta prueba se efectuó usando mermeladas comerciales de piña y naranja, que se compararon con la mermelada de acerola.

El objeto fue determinar, la preferencia del público consumidor hacia la mermelada de acerola, para ello se empleó el método de escala hedónica, donde cada catador indicó en una escala el grado de gusto que apreció en cada muestra. (Anexo 5).

El puntaje considerado fue el siguiente:

- 9 Me gusta muchísimo
- 8 Me gusta mucho
- 7 Me gusta moderadamente
- 6 me gusta un poco
- 5 Me es indiferente
- 4 Me desagrada un poco
- 3 Me desagrada moderadamente
- 2 Me desagrada mucho
- 1 Me desagrada muchísimo

Las muestras se presentaron al panelista codificadas y acompañadas con galletas de soda para una mejor degustación. Después de la evaluación fueron asignados números a cada punto de la escala. Los datos tabulados se procesaron mediante el diseño estadístico de Bloque Completo al Azar. Los resultados obtenidos fueron sometidos al Análisis de Variancia y a la Prueba de Tuckey al 5% de probabilidad.

Las pautas para seguir el desarrollo de la evaluación sensorial, análisis de variancia (ANVA) y pruebas de Tuckey, fueron tomadas de Calzada (1970), Mackey et al. (1984).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ACEROLA

La variedad de acerola que se cultiva en nuestro país, es poco investigada, en comparación con las variedades que se cultivan en países como Brasil, Costa Rica, etc. En San Martín, la acerola (Figura 6) se encuentra distribuida en el Huallaga Central, específicamente en las partes bajas de las cuencas de sus afluentes Saposoa, Sisa, Biabo y Mayo que comprende sectores como Saposoa, Bellavista, Picota, Buenos Aires, etc.

4.1.1. Características físicas del fruto

a. Características Sensoriales

Las características sensoriales externas de la acerola se aprecia en el Cuadro 9, a medida que la fruta madura, se presentan cambios en el color y textura.

El color cambia de verde claro a rojo – anaranjado, como se aprecia en la Figura 6. el cambio de la textura, de semidura a suave o ligeramente blanda, se debe a que existe una transformación del contenido del almidón, sustancias pécticas y agua: Concordando con lo que menciona Cheftel, (1980).

La forma se mantiene globosa aplastada en el fruto verde como en el maduro.

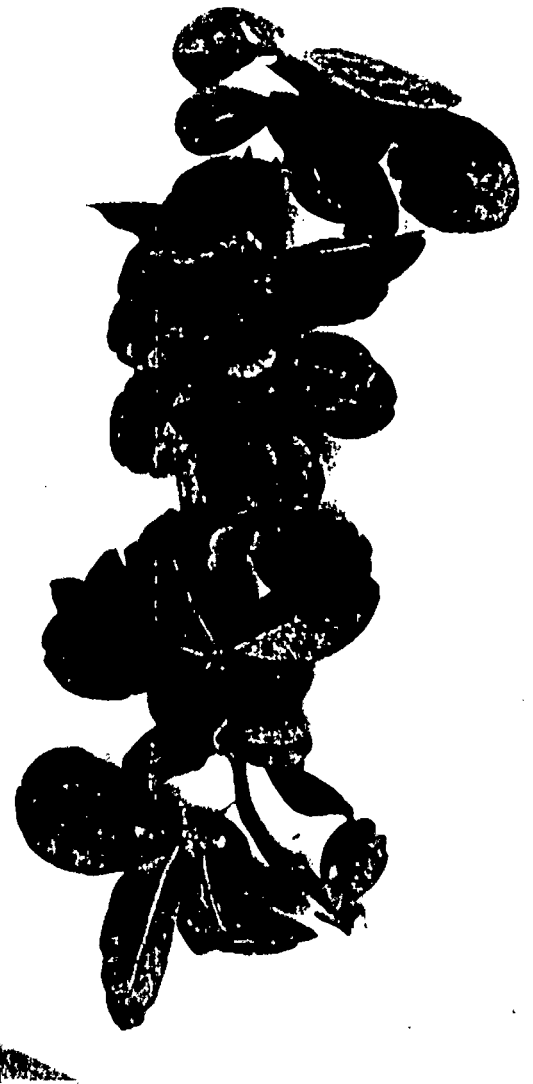


FIGURA 6: Plantación y Fruto en estado óptimo de maduración de la variedad de Cerezo que se cultiva en San Martín.

CUADRO 9. Características Sensoriales Externas de la Acerola

Característica	Fruto	
	Inmaduro	Maduro
Color	Verde claro	Rojo-anaranjado
Forma	Globosa aplastada	Globosa aplastada
Textura	Ligeramente dura	Suave

FUENTE: Elaboración propia.

b. Medidas biométricas

Los resultados de las medidas biométricas de la acerola se presentan en el Cuadro 10, donde se observan que los frutos varían entre 1,3 y 1,8 de longitud, de 1,5 a 2,2cm de diámetro y el peso entre 3,9 y 5,9gr. Encontrando que son similares a los valores que reporta Urbano (1994), quien muestra que los frutos de la acerola varía de 1,0 a 2,5 cm y el peso de 2 a 10 gr.

Para el presente trabajo de investigación se seleccionaron como materia prima los frutos de las denominaciones grande y mediano. La clasificación efectuada solo sirve de referencia sobre la calidad de frutos de acerola que se encuentran en los mercados de nuestra zona.

CUADRO 10. Medidas Biométricas de la acerola.

CLASIFICACION	Longitud X (cm)	Diámetro (cm)	Peso X (gr.)
Grande	1,80	2,2	5,9765
Mediano	1,75	1,8	4,7749
Pequeño	1,30	1,5	3,9796

FUENTE: Elaboración propia

c. Rendimiento de la Acerola

Los rendimientos porcentuales en pulpa, pedúnculo y semilla de fruto de acerola, corresponde:

Semilla	33,4%
Pedúnculo	6,3%
Pulpa y cáscara	60,3%

El contenido en pulpa, representa más del 50% como parte comestible, siendo la acerola fruta con perspectivas de industrialización. El contenido en semillas es relativamente alto y se encuentra adherida a la pulpa lo que hace que exista cierta dificultad en la separación de los mismos.

4.1.2. Análisis Físico-químicos

El análisis físico-químico se presenta en el cuadro N° 11 donde se puede apreciar que la humedad se encuentra dentro del rango (78,5-90,1) reportado por Asenjo y

Moscoso (1950), citados por Urbano (1994) y similar al reportado por Wu Leung (1978), que es de 90,3. Así mismo el contenido de carbohidratos es similar al reportado por Wu Leung (1978), pero muy por encima por lo reportado por Rocha (1978) citado por Urbano (1994) que es de 3,15 % en fruta madura. Los contenidos de Proteína, grasa, fibra y ceniza similares a los encontrados por Wu Leung (1978). En cambio Rocha (1978) reporta 0,21% de proteína, grasa 0,23%, cenizas 0,37%.

CUADRO 11. Análisis Físico-químico de la acerola por 100 gr.. de parte comestible.

DETERMINACIONES	PORCENTAJES (%)
Humedad	89,34
Proteína	0,43
Grasa	0,48
Fibra	0,38
Ceniza	0,25
Carbohidratos	9,12

FUENTE: Elaboración propia

La variación de la composición química de la fruta se debe a factores como: tipo de suelo, clima, estado de maduración, tamaño, época de producción y cosecha, fenómeno explicado por ITOO et al . citado por Torres (1995).

La acerola presenta características físico- químicas en función al grado de maduración por este motivo se decidió hacer observaciones en tres estados de maduración, tal como se indica en el Cuadro 12. Se observa que el contenido de sólidos solubles y azúcares reductores se incrementan a medida que ocurre la maduración, este hecho se debe a la hidrólisis de los polisacáridos: sacarosa, almidones y otros durante el proceso de maduración.

El pH y el índice de madurez se incrementa, mientras que la acidez total disminuye, esto se debe a la disociación del ácido ascórbico. Ya que al aumento de la maduración se incrementa el contenido del mismo.

Con respecto al valor obtenido de vitamina C. (298,8 mg ácido ascórbico/100 gr. de muestra) es menor a los reportados en la bibliografía. Esto se debe a que la distribución de los componentes en las frutas está influenciado por diferentes factores, los mismos que ya fueron mencionados.

En el Cuadro 4 se reportan las cantidades de vitaminas C en acerolas provenientes de diferentes países donde se verifican que existen variedades en que el contenido de ácido ascórbico es de tan solo 15mg / 100gr de muestra (Guatemala) y variedades que pueden alcanzar los 2317mg / 100gr de muestra. (EUA)

CUADRO 12: Análisis físico-químico de la acerola en tres estados de maduración.

DETERMINACIONES	Estado de madurez		
	Verde	Pintón	Maduro
Sólidos totales (%)	8,20	10,66	11,86
pH	3,30	3,60	3,70
Sólidos solubles (°Brix)	6,00	9,60	10,00
Acidez total (gr. de ac. cítrico/100gr muestra)	1,54	1,05	0,90
Índice de madurez (°Brix/ácido total)	3,89	9,14	11,10
Acido Ascórbico (mg. de ac. asc/100 gr. muestra)	354,20	322,00	298,80
Pectina (mg. de pectato de Ca/100gr muestra)	---	---	0,61
Azúcares reductores (%)	3,02	6,36	7,40

FUENTE: Elaboración propia

Los apreciables contenidos de sólidos solubles, pectina relativamente alto, bajo pH, color y aroma atractivos, hacen que los frutos de acerola, en su estado óptimo de madurez (con 12,04 de índice de madurez); sean aptos para ser industrializados en forma de mermelada y otros.

4.1.3. Determinación de la calidad de la pectina

En el Cuadro 12 se indica que el contenido de pectina es de 0,61mg. de pectato cálcico/100 gr. de muestra, valor considerado bueno, pues si observamos el Cuadro 6, encontramos que dentro del rango de contenido de pectato cálcico de ciertas frutas aptas para la elaboración de jaleas y mermeladas, se encuentra el de la acerola.

Luego de realizar la prueba para determinar la calidad de pectina contenida en la fruta, recomendada por Lees (1982), tal como se muestra en la Figura 7, se comprobó que la pectina obtenida es de regular calidad, ya que la jalea preparada estuvo regularmente constituida.

4.2. PROCESAMIENTO

4.2.1. Pruebas preliminares

1) Formulación

Las pruebas preliminares se efectuaron con la elaboración de 9 mermeladas, las cuales difieren entre sí por la relación fruta/azúcar y pH.. Para lo cual se determinó trabajar con 3 relaciones fruta/azúcar, sometiendo a cada formulación a 3 niveles de PH. la cantidad de pectina adicionada a cada tratamiento de mermelada está en función a la cantidad de azúcar total que varía según la relación de fruta/azúcar. Quedando cada tratamiento a utilizar constituida tal como se muestra en el Cuadro 13.

2) Cocción

Muchas veces siguiendo las mismas indicaciones se obtiene unas veces una buena mermelada y otras un producto inadecuado. Dos causas principales, a saber son: Endurecimiento de la mermelada y la caramelización, que preocupa constantemente a los fabricantes.

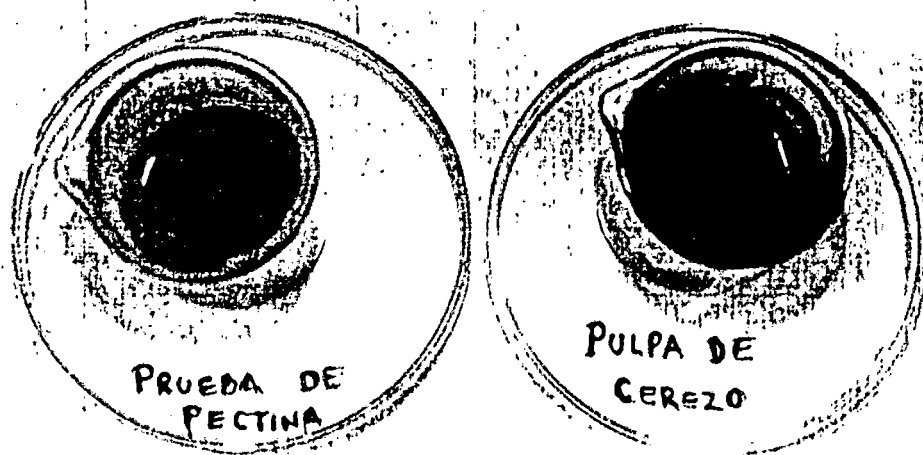


FIGURA 7: Jalea obtenida luego de la determinación de la calidad de pectina del fruto de cerezo en estado óptimo de maduración.

CUADRO 13. Relación fruta : azúcar y pH para 9 tratamientos de mermelada de acerola

Nº Tratamiento	Código	F/A	pH
F1	031	45/55	2,9
F2	169	45/55	3,2
F3	56	45/55	3,4
F4	22	50/50	2,9
F5	081	50/50	3,2
F6	124	50/50	3,4
F7	95	60/65	2,9
F8	13	60/65	3,2
F9	08	60/65	3,4

FUENTE: Elaboración propia

Para poder determinar si el mal resultado se debe a la deficiencia de las frutas en pulpa, a la cantidad de azúcar empleada o al tiempo corto o largo en que se estuvo cocinando la fruta con el azúcar, se determinó dar por finalizada la cocción de las 9 formulaciones en un tiempo de 30 minutos, según lo sugerido por Rauch (1970). Con la finalidad de comprobar si existe diferencias entre los efectos de tiempo de cocción de las mermeladas respecto a la formación de sólidos solubles en los productos finales, aplicando un diseño completamente al azar. En el Cuadro 14 se presentan las concentraciones (° Brix) al final de la elaboración de las diferentes mermeladas. Como se puede apreciar en el Cuadro 14, todas las concentraciones finales de las mermeladas están dentro del rango óptimo de sólidos solubles (65-68 °Brix), recomendado por ITINTEC (1971)

CUADRO 14. Concentración de sólidos solubles al final de la elaboración de las 9 mermeladas de acerola.

REPETI- CIONES	TRATAMIENTOS								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
I	65,0	65,4	65,0	66,1	66,0	66,3	67,8	68,0	67,7
II	65,1	65,0	65,3	66,0	65,0	66,1	68,0	67,9	68,0
III	65,3	65,2	65,6	66,0	66,0	66,4	67,9	68,0	68,0
TOTAL	195,4	195,6	195,9	198,1	197,9	198,8	203,7	203,9	203,7
PROMED	65,13	65,2	65,3	66,0	65,97	66,3	67,9	67,97	67,9

Leyenda F1... F9 = Relación Furta/azúcar y pH, para cada mermelada de acerola

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del análisis de variancia del Cuadro 15 de la concentración de sólidos solubles de las mermeladas al final de la elaboración, se observa que existe diferencias altamente significativas en cuanto a la concentración de sólidos solubles en los productos terminados. En el mismo cuadro, de acuerdo a la prueba de Tuckey, se observa que existe diferencias marcadas entre cada grupo de relación fruta/azúcar: 55:45, 50:50 y 60:65; obteniendo los mayores valores promedios las mermeladas de la relación 60:65. No obstante los resultantes obtenidos de todas las formulaciones se encuentra dentro del rango óptimo (65-68 °Brix) por tal motivo, se puede afirmar que el tiempo de cocción establecido para estas relaciones de fruta/azúcar es el adecuado para aplicar en la elaboración de mermelada de acerola.

CUADRO 15 : Análisis de Variancia en los Resultados de la Concentración de Sólidos Solubles al final de la elaboración de 9 mermeladas de acerola.

ANALISIS DE VARIANCIA							PRUEBA DE SIGNIFICANCIA DE TUCKER		
Fuente de Variación	G.L	S.C	C.Me	Fc	Ft	Significancia	MERMELADA	Promedios	Representación de signif.
Tratamientos	8	34,6500	4,3306	171,95	3,055	* *	VIII	67,97	
Error Experimental	18	0,4533	0,0250				VII	67,90	
							IX	67,90	
							VI	66,27	
							IV	66,03	
							V	65,97	
							III	65,30	
							II	65,20	
							I	65,13	
TOTAL	26	35,0985							

FUENTE: Elaboración propia

3) Análisis físico-químico de la mermelada de la acerola.

En el Cuadro 16 se presentan las características físico-químicos, a las 24 horas luego de la elaboración de las mermeladas de acerola obtenidas en la fase preliminar. Se observa que no existe diferencia marcada en cuanto a las características físico-químicas comparadas entre sí, esto se debe a que los sólidos solubles obtenidos al final de la cocción de cada mermelada se encuentran dentro de los rangos óptimos para obtener una mermelada de buena calidad. El contenido en sólidos totales varía de 68,7% a 71,5%, lo cual nos indica que el contenido en humedad de las mermeladas es bajo y aptos para ser almacenados y no tener alteraciones por desarrollo de microorganismos.

El nivel de sólidos solubles alcanzados se mantiene entre 65% y 68%, lo cual cumple con el rango establecido por ITINTEC (65-68%).

La acidez se encuentra entre 0,72% y 0,82%, valor que sobrepasa ligeramente el rango establecido por Rauch (1970), quien menciona que debe fluctuar entre 0,3% y 0,8%.

Los valores máximos alcanzados corresponden a aquellas mermeladas en las que se utilizó mayor cantidad de fruta en relación a la azúcar y mayor cantidad de ácido cítrico con la finalidad de bajar el pH a 2,9.

Con respecto a los azúcares reductores se nota que en aquellas mermeladas en las que se utilizó mayor cantidad de azúcar existió mayor inversión de la sacarosa, lo cual no permitió que los valores sobrepasen los recomendados por Rauch (1970), que son de 28 y 32%.

CUADRO 16: Análisis físico-químico de la mermelada de acerola en fase preliminar

ANÁLISIS	TRATAMIENTOS								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Humedad (%)	31,3	31,2	30,3	30,38	30,29	30,2	27,6	27,5	27,6
Sólidos Solubles (%)	65,1	65,0	65,3	66,0	65,9	66,1	68,0	67,9	68,0
Sólidos Insolubles (%)	3,6	3,8	4,4	3,62	3,81	3,7	4,4	4,6	4,4
Sólidos Totales (%)	68,7	68,8	69,7	69,62	69,71	69,8	72,4	72,5	72,4
Acidez (% de ácido cítrico)	0,82	0,79	0,77	0,8	0,78	0,74	0,78	0,76	0,72
PH	2,9	3,2	3,4	2,9	3,2	3,4	2,9	3,2	3,4
Azúcares reductores (%)	28,93	28,92	28,91	29,33	29,32	29,31	29,37	29,36	29,35

LEYENDA : F1... F9 = Relación Fruta/Azúcar y pH para cada mermelada de acerola.

FUENTE : Elaboración propia.

4) Evaluación sensorial de la mermelada de acerola

En el Cuadro 17 se reportan los resultados y promedios de los atributos evaluados en cada tratamiento.

Los resultados de la prueba de Durwin (Anexo 4) demuestran que existe diferencias significativas entre los tratamientos y que al menos uno de los tratamientos tiende a producir valores observados mayores que los otros tratamientos en estudio. Del Cuadro 17, se deduce que la formulación 5 (50:50, pH = 3.2) obtuvo el mayor valor en cuanto a color (4,6) y sabor (4,4). Con respecto a la consistencia se observa que todas las mermeladas cuyas relaciones de F:A igual a 50:50, obtuvieron valores similares, cuya calificación se encuentra entre bueno y muy bueno y para la relaciones de fruta/azúcar (45:55,60:65), se observan puntajes menores, donde algunos de los panelistas señalaron que se trata de mermeladas ligeramente sueltas para la relación Fruta/azúcar 45/55 y ligeramente muy consistente para la relación 60/65, relación en que se utilizó mayor cantidad de azúcar con respecto a la fruta.

De los valores obtenidos la formulación 5, cuya proporción fruta/azúcar es 50:50 y pH = 3,2, es la que se ubica en el primer lugar con un promedio global de 4,2, seguido de la formulación 6 (F/A=50:50 y pH = 3,4) con un promedio global de 3,73

Los resultados obtenidos concuerdan con lo citado por Guevara (1985) quien indica que para jugos ricos en pectina y ácido, se recomienda usar mayor cantidad de azúcar. Sin embargo, una proporción normal es aquella conformada por

CUADRO N° 17: Valores de la Evaluación Sensorial de diferencia según la prueba Durbin de mermelada de acerola.

Tratamiento	Relación fruta/azúcar	pH	Característica	P A N E L I S T A S															Total	Prom parcial	Prom global	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
F1	45:55	2.9	COLOR	2						2			2				3	3	12	2.4	2.6	
			CONSIST.	3							3			2				3	3	14		2.8
			SABOR	3							3				2				3	2		13
F2		3.2	COLOR		1	2				3	2	3							11	2.2	2.6	
	CONSIST.			3	3					3	3	3							15	3.0		
	SABOR			3	3					3	2	2							13	2.6		
F3		3.4	COLOR		3		3	3		2				2					13	2.6	2.8	
	CONSIST.			3		3	3			3				3					15	3.0		
	SABOR			2		2	4			3				3					14	2.8		
F4	50:50	2.9	COLOR	3			3		2			3					4	15	3.0	3.46		
			CONSIST.	4			3		4			4						4	19		3.8	
			SABOR	4			4		4			3						3	18		3.6	
F5		3.2	COLOR		4		5						5		4		5	23	4.6	4.2*		
	CONSIST.			4		4							4		3		3	18	3.6			
	SABOR			4		4							5		5		4	22	4.4			
F6		3.4	COLOR			3							3	3	3		5	17	3.4	3.73		
	CONSIST.				4								4	4	3		4	19	3.8			
	SABOR				5								4	4	4		3	20	4.0			
F7	60/65	2.9	COLOR			4		3	3		2					2		14	2.8	2.86		
			CONSIST.			2		2	3		2					3		12	2.4			
			SABOR			4		3	3		4					3		17	3.4			
F8		3.2	COLOR						3		2		3	3		3		14	2.8	2.86		
	CONSIST.								1		2		4	2		2		11	2.2			
	SABOR								2		2		4	2		3		13	2.6			
F9		3.4	COLOR	3				3				2			4	3		15	3.0	2.62		
	CONSIST.		3				2				3			2	2			12	2.4			
	SABOR		3				2				2			1	2			10	2.0			

FUENTE: Elaboración propia

cantidades iguales de azúcar y fruta. Así mismo Cheftel (1980), menciona que cuando el contenido de pectina es elevado, los límites de acidez y contenido de azúcar para la gelificación son muy grandes. Finalmente se concluye que la formulación a utilizar en las pruebas finales es la que corresponde a la Formulación 5 (Fruta/azúcar: 50/50 y pH 3,2).

4.2.2. Pruebas finales

1. Descripción del diagrama definitivo

Obtenida la mejor formulación y el tiempo óptimo de cocción, en la Figura 8, se muestra el diagrama de flujo óptimo para el procesamiento de la acerola para la elaboración de mermelada. A continuación se describen brevemente las observaciones realizadas.

2. Balance de materia

En la Figura 9, se muestra el balance de materia referente al procesamiento final de la mermelada de acerola en base a 100kg. de materia prima.

Selección y Clasificación.- Inicialmente la materia prima a procesar consta de 100kg., de lo cual se seleccionó y clasificó la fruta madura con las mejores condiciones de sanidad. El 3,25 % del total fue separado por presentar mal estado debido a magulladuras como efecto de transporte y por no alcanzar la madurez óptima.

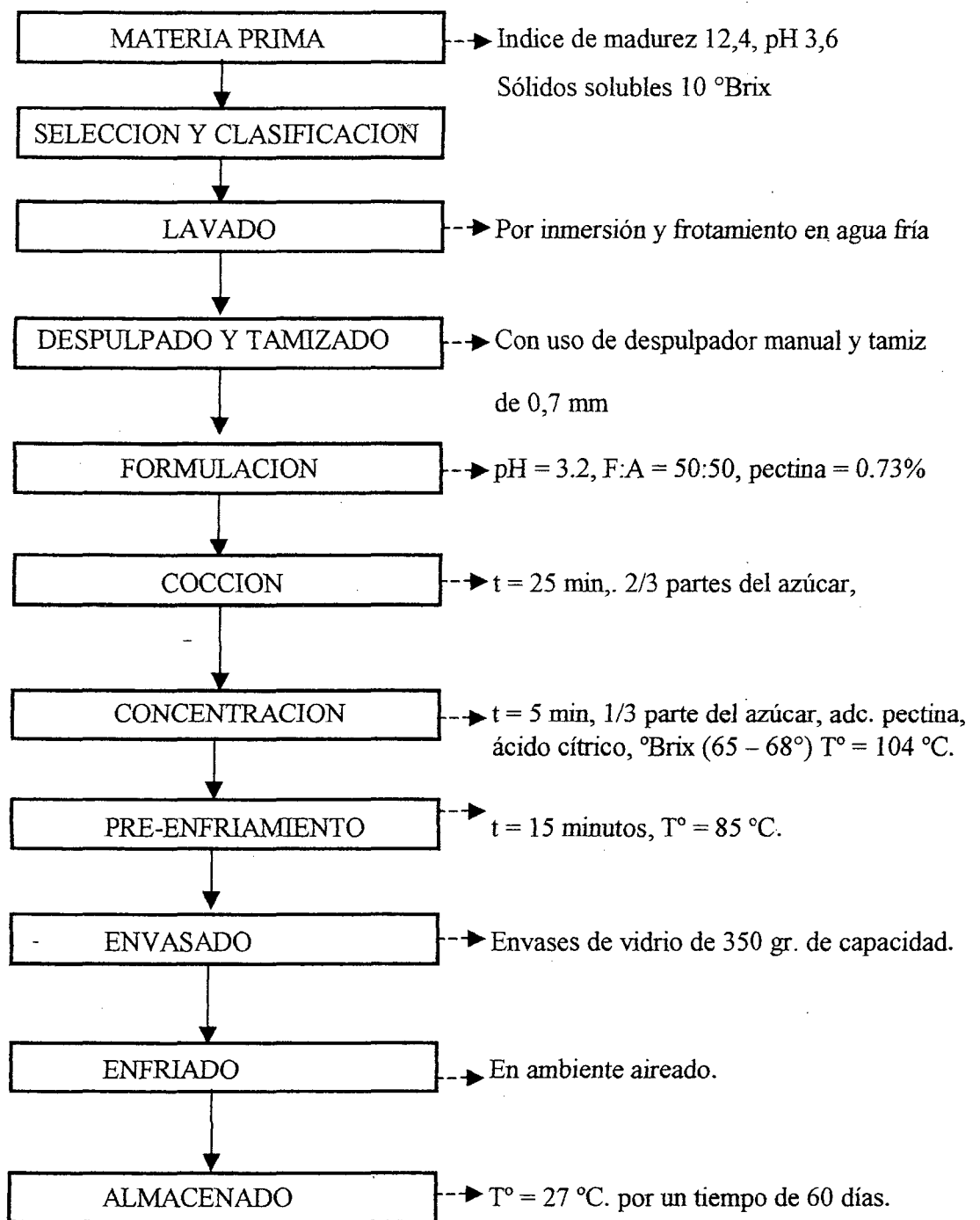


FIGURA 8: Diagrama de flujo definitivo para la elaboración de mermelada de la Acerola.

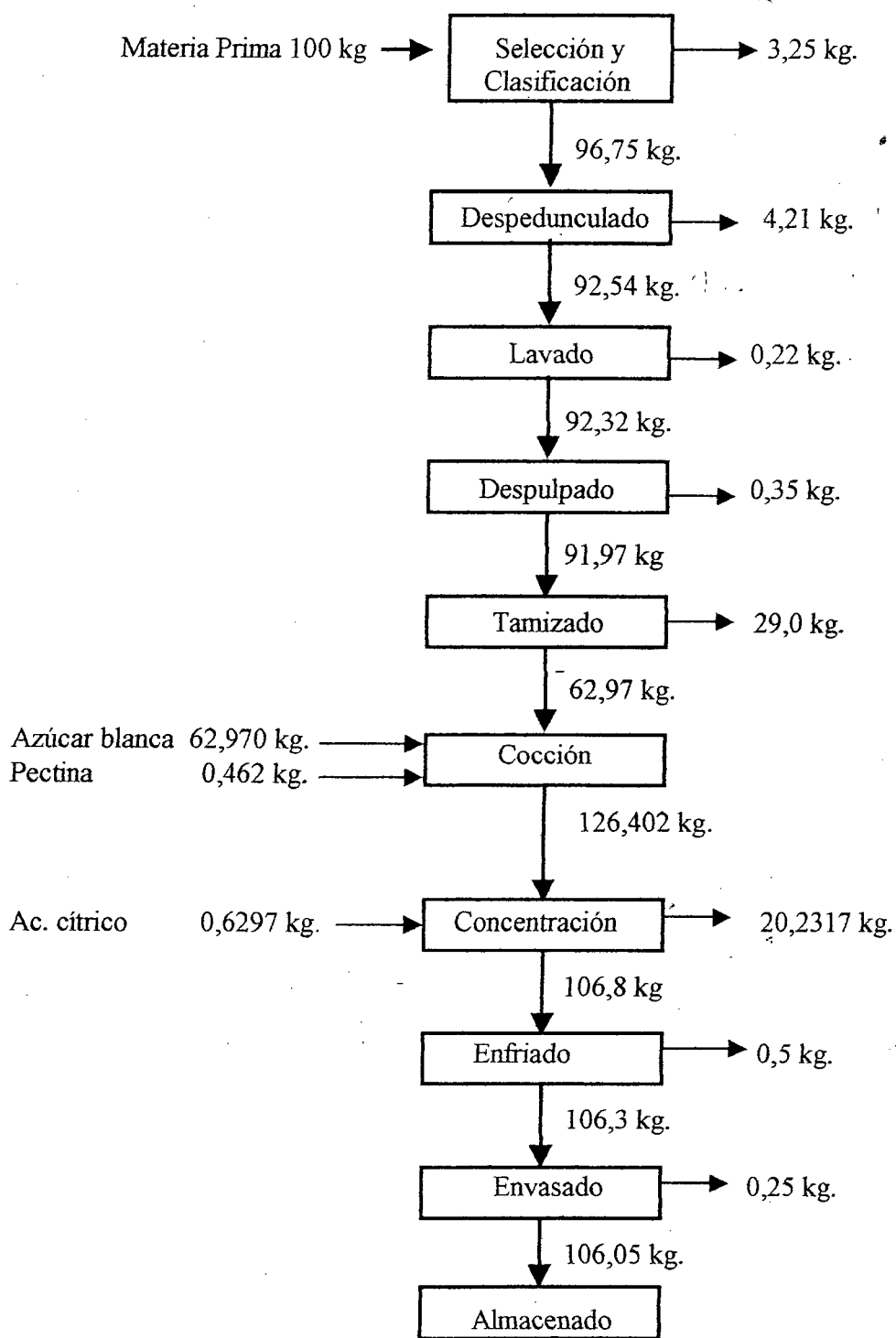


FIGURA 9: Balance de materia en la elaboración de mermelada de acerola.

Despedunculado.- Se realizó manualmente; en ésta operación se obtuvo una disminución del 4,36% de la fruta seleccionada y clasificada.

Lavado.- Se realizó por inmersión en agua fría, donde disminuyó en un 0,23% de la materia prima seleccionada y clasificada, cantidad que corresponde a hojas adheridas a los frutos, tierra, etc.

Despulpado.- Se efectuó haciendo uso de un despulpador manual, para facilitar el fraccionamiento de los frutos, hasta obtener una masa uniforme. En esta operación se perdió el 0,36 % de la pulpa esta operación no ocasiona la ruptura de la semilla de acerola.

Tamizado.- Se utilizó un tamiz de 0,7mm. que permitió el paso de la pulpa, separando la semilla, el mismo que corresponde al 30,04 % de la materia prima seleccionada y clasificada.

Cocción.- El tiempo de cocción fue de 30 minutos. En ésta etapa se adicionó las 2/3 partes del azúcar, cuando la pulpa alcanzó una concentración de 30 °Brix, aproximadamente a los 20 minutos de iniciada la cocción, luego de 5 minutos se agregó el resto del azúcar y la pectina.

Concentración.- Se realizó rápidamente hasta llegar a 65 °Brix. En éste momento se agregó el ácido cítrico necesario, hasta este momento han transcurrido

30 minutos aproximadamente. Por diferencia se determinó que en éste proceso se produce una disminución del 16 % del peso en base a la mezcla.

Pre-enfriamiento.- Se dejó enfriar la mermelada hasta llegar a los 85 °C, en un lugar ventilado, por un tiempo de 15 minutos.

Envasado.- Operación que se realizó en forma manual en envases de vidrio de 180gr. de capacidad. Luego los envases fueron invertidos para propiciar la esterilización de la tapa.

Enfriado.- Se realizó a temperatura ambiente y en un lugar aireado.

Almacenado.- El lote conformado por vasos de mermelada de 350gr. De capacidad, tapados herméticamente, fueron almacenados por un periodo de 60 días en lugar a temperatura ambiente.

3. Pérdida de vitamina C durante el procesamiento

En el Cuadro 18, se muestra la cantidad y porcentajes de retención y pérdida de vitamina C durante la cocción de la mermelada de acerola y su tendencia en el plano cartesiano se muestra en la Figura 10.

CUADRO 18. Cantidad de retención y porcentaje de pérdida y retención de Vitamina C. durante la Cocción de la Mermelada de Acerola

Tiempo de cocción	mg ác. ascórbico /100 gr. muestra	% Retención	%Pérdida
0	242,00	100,00	19,00
15	144,60	59,75	40,25
20	72,00	29,75	70,25
25	42,50	17,56	82,44
30	27,45	11,34	88,66

FUENTE: Elaboración propia

La materia prima en su estado óptimo de madurez (10 °Brix de sólidos solubles) contiene 298,8mg de ác. ascórbico/100 gr de muestra, de los cuáles se produjo pérdidas importantes durante la manipulación, prácticas de preparación y sub división, llegando a contener la pulpa que ingresó a la cocción 242,0 mg de ác. ascórbico/100gr de muestra. Ajustando la curva a una sinética de degradación de ác. Ascórbico, se obtuvo la ecuación siguiente:

$$\% \text{ de Retención} = P1 \text{ Exp}^{(-P2t)}$$

donde:

$$P1 = 102,78402$$

$$P2 = 0,05699$$

$$R^2 = 0,93$$

Como se observa en la Figura 10, el descenso del contenido de ácido ascórbico disminuye súbitamente hasta llegar a contener al final de la cocción 27,45mg de ác. ascórbico/100gr. de muestra. Este descenso se debe al método en que se realiza la cocción (paila abierta), coincidiendo por lo mencionado por Desrosier (1971), que el ác. Ascórbico no es sensible al calor ni a la luz, pero es oxidado fácilmente en presencia de aire. Si calentamos alimentos en presencia de aire o luz, podemos esperar grandes pérdidas en este nutriente. Menciona también que es destruido por calentamiento por bajas temperaturas por largos periodos de tiempo. Además señala que los procesos de alta temperatura y tiempo corto destruyen poco ác. Ascórbico y si hay baja tensión de oxígeno. La destrucción de esta vitamina es acelerada por el oxígeno, los iones cobre y la enzima oxidasa del ác. Ascórbico .

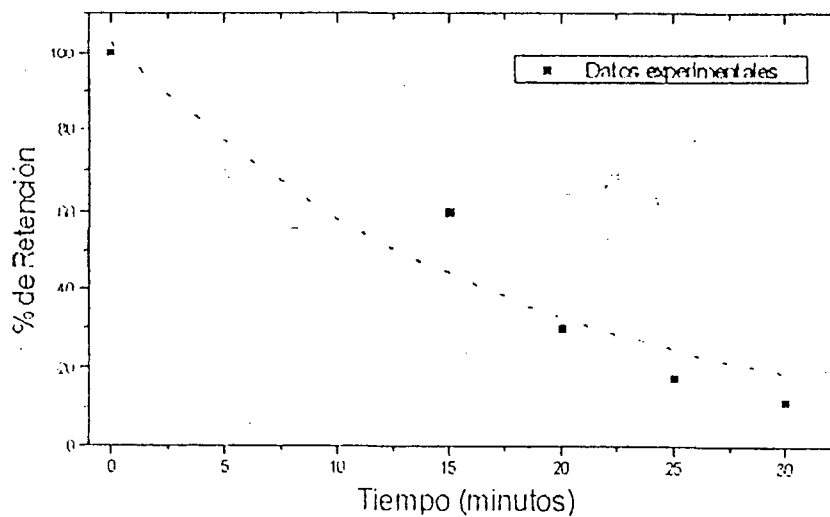


FIGURA 10: Retención de Ácido Ascórbico durante la cocción de mermelada de acerola

4.3. ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

El lote en estudio almacenado fue de 20 unidades los cuales fueron almacenados a temperatura ambiente por un tiempo de 60 días, en el intervalo de toma de muestras se extrajeron 5 unidades para los análisis físico-químicos sensoriales y microbiológicos respectivamente. Cada unidad experimental constituye mermelada de acerola, cuya relación fruta/azúcar es 50/50, pH de 3,2, sólidos solubles de 65,9 ° Brix; se presenta envasada en envases transparentes de vidrio de 350gr. De capacidad, con tapas de metal. Para elaborar cada unidad se requiere de:

Azúcar refinada	208,80gr.
Materia prima	331,70gr.
Pectina cítrica grados 150	1,53gr.
Ácido Cítrico	1,04gr.

En la Figura 11 se aprecia el producto terminado en mención

4.3.1. Análisis físico-químico

En el Cuadro 19, se indican los resultados del análisis físico-químico de la mermelada de Acerola a temperatura ambiente en los periodos de tiempo de: 1, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento. Como se observa en el contenido de humedad se produce un ligero incremento durante el periodo de almacenamiento, Smith (1981), citado por Guevara (1985), manifiesta que al reducirse la carga negativa de la pectina a

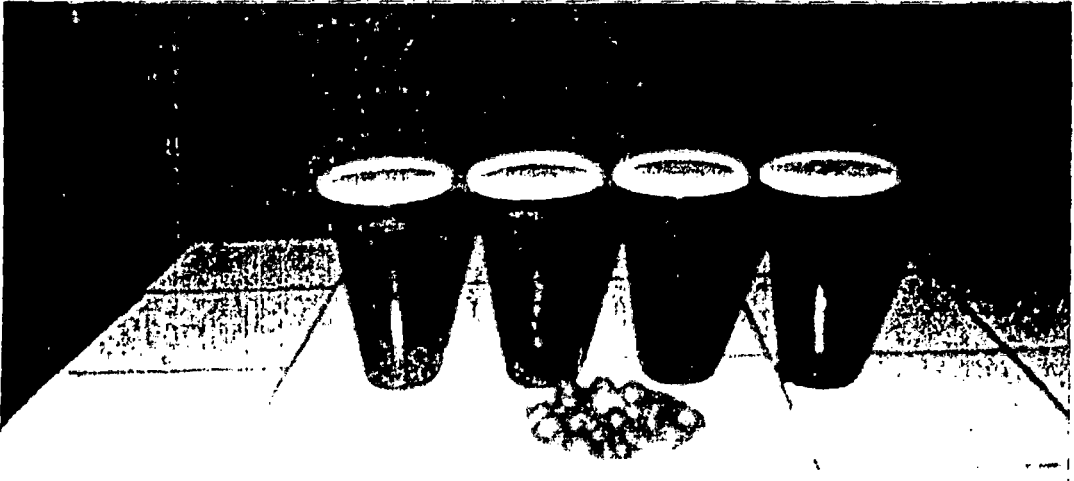


Figura 11: Producto terminado

CUADRO 19: Evaluación físico-química de la mermelada de acerola durante el almacenamiento (días)

ANÁLISIS	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS)				
	1	15	30	45	60
Humedad (%)	30,29	30,44	30,45	30,59	30,70
Sólidos Solubles (%)	65,90	65,90	65,90	65,80	65,70
Sólidos Insolubles (%)	3,81	3,66	3,65	3,61	3,6
Sólidos Totales (%)	69,71	69,56	69,55	69,41	69,3
Acidez (% de ácido cítrico)	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77
PH	3,2	3,2	3,2	3,15	3,10
Azúcares reductores (%)	29,32	29,32	29,62	29,82	30,02
Vit. C (Ing. ác. Ascórbico/100gr)	27,45	27,45	27,35	27,15	26,95
Actividad de Agua	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Consistencia (cm en 30 seg)	2,4	2,4			

FUENTE: Elaboración propia

medida que envejece, suele ceder espontáneamente agua debido a la formación de enlaces intermoleculares adicionales, con disminución de las dimensiones de los espacios intercelulares llenos con agua.

Cheftel (1980), señala que el rango de humedad comprendido entre 15-35%, clasifica a los alimentos como un producto de humedad intermedia; nivel en el cual la actividad de agua oscila de 0.6 a 0.8, limitando así el crecimiento microbiano. El mismo autor indica que la actividad de agua en mermelada oscila entre 0,82 y 0,94, encontrándose la actividad de agua de la mermelada de acerola (0,86) dentro de este rango.

Según las normas ITINTEC (1971), el rango de sólidos solubles para mermeladas debe estar entre 65-68 %; por lo tanto los valores obtenidos en la presente investigación (65,90 – 65,70 %) cumplen con ésta norma.

En mermeladas el rango de acidez debe fluctuar entre 0,3 y 0,8 % (Rauch, 1970), el valor obtenido (0,78 – 0,77 %) se encuentra cercano al valor máximo, como se indicó el porcentaje de acidez de la pulpa de acerola es bueno y además se tuvo que adicionar ácido cítrico para bajar el pH 3,2, lo que incidió en el producto final.

Rauch (1970), señala que el rango de azúcares reductores debe encontrarse entre 28 y 32 %, sin embargo observando los resultados se nota un ligero incremento en el almacenaje, esto es explicable ya que la inversión de la sacarosa se

produce espontáneamente durante el almacenamiento, estando favorecida por el pH ácido del alimento (Cheftel, 1980)

Con respecto al contenido de vitamina C, desde el día 1 al día 15 de almacenado el producto, se obtiene un valor de 27,45mg de ácido ascórbico/100 gr. de muestra, el cual disminuye ligeramente a través del tiempo, llegando al valor mínimo de 26,95mg de ácido ascórbico/100 gr. de muestra a los 60 días, esto se debe a procesos oxidativas, explicados por Fenema (1982).

Finalmente se puede afirmar que no hay mayores variaciones durante el tiempo de almacenaje para ninguno de los análisis realizados, lo que indica que el producto mantiene su estabilidad.

4.3.2. Análisis Físicos

A la mermelada de acerola elaborada bajo las condiciones mencionadas, se realizó la determinación física de consistencia mediante el consistómetro de Bostwick, de donde a nivel industrial se podría tener como índice de control de calidad la prueba consistómetro a un valor óptimo de 2,4 cm en 30 segundos.

También se determinó la composición física del color del producto utilizando la carta de colores de Ridgway de donde se obtuvo que el color de la mermelada de acerola se denomina Brazil Red cuya composición se reporta en el Cuadro 20.

CUADRO 20: Comprensión física de colores para obtener el calor exacto de mermelada de acerola.

DENOMINACIÓN DEL COLOR	PLATO	NÚMERO DEL COLOR	TONO	NÚMERO 5		TONO	
				Rojo %	Anaranjado %	Color %	Negro %
Brazil red.							
	I	5	I	60	40	55	45

FUENTE: RIDGWAY (1912)

4.3.3. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico se reportan en el Cuadro 21.

CUADRO 21: Análisis microbiológico de la mermelada de Acerola al inicio y al final del almacenamiento

DETERMINACIÓN	TIEMPO (DIA)	
	1	60
Mohos y Levaduras (ufc)*	Neg.	Neg.
Recuento Total (ufc)*	Neg.	Neg.
aerobios viables	Neg.	Neg.

(*) ufc : Unidades formadoras de colonias.

FUENTE: Elaboración propia

Los resultados del análisis microbiológico de la mermelada de acerola son negativos sobre posible desarrollo de microorganismos, ya sea mohos, levaduras o bacterias. Esto posiblemente esté explicando los resultados obtenidos en la estabilidad de los análisis antes mencionados. Esta ausencia de microorganismos se debe a la higiene con la que se trabajó durante el proceso, así como al pH, al alto porcentaje de azúcares y al tratamiento térmico efectuado.

Cheftel (1980), menciona que la alta concentración de azúcares favorecen la disminución de la actividad de agua, con la cual se retarda o inhibe el desarrollo microbiano.

4.3.4. Evaluación de la sinéresis

El producto obtenido fue controlado también en cuanto a la cantidad de líquido exudado o sinéresis. Estos resultados se muestran en el Cuadro 22, donde encontramos porcentajes de sinéresis a 1, 15, 30, 45 y 60 días respectivamente.

La cantidad de líquido exudado aumenta muy ligeramente a medida que pasa el tiempo de almacenamiento. Esta pequeña diferencia de porcentaje de sinéresis, se le puede atribuir como menciona Saboya (1988), que una mayor o menor severidad en la ruptura del gel va a ocasionar una mayor o menor cantidad del líquido exudado.

CUADRO 22: Evaluación del porcentaje de sinéresis en mermelada de acerola durante el almacenamiento.

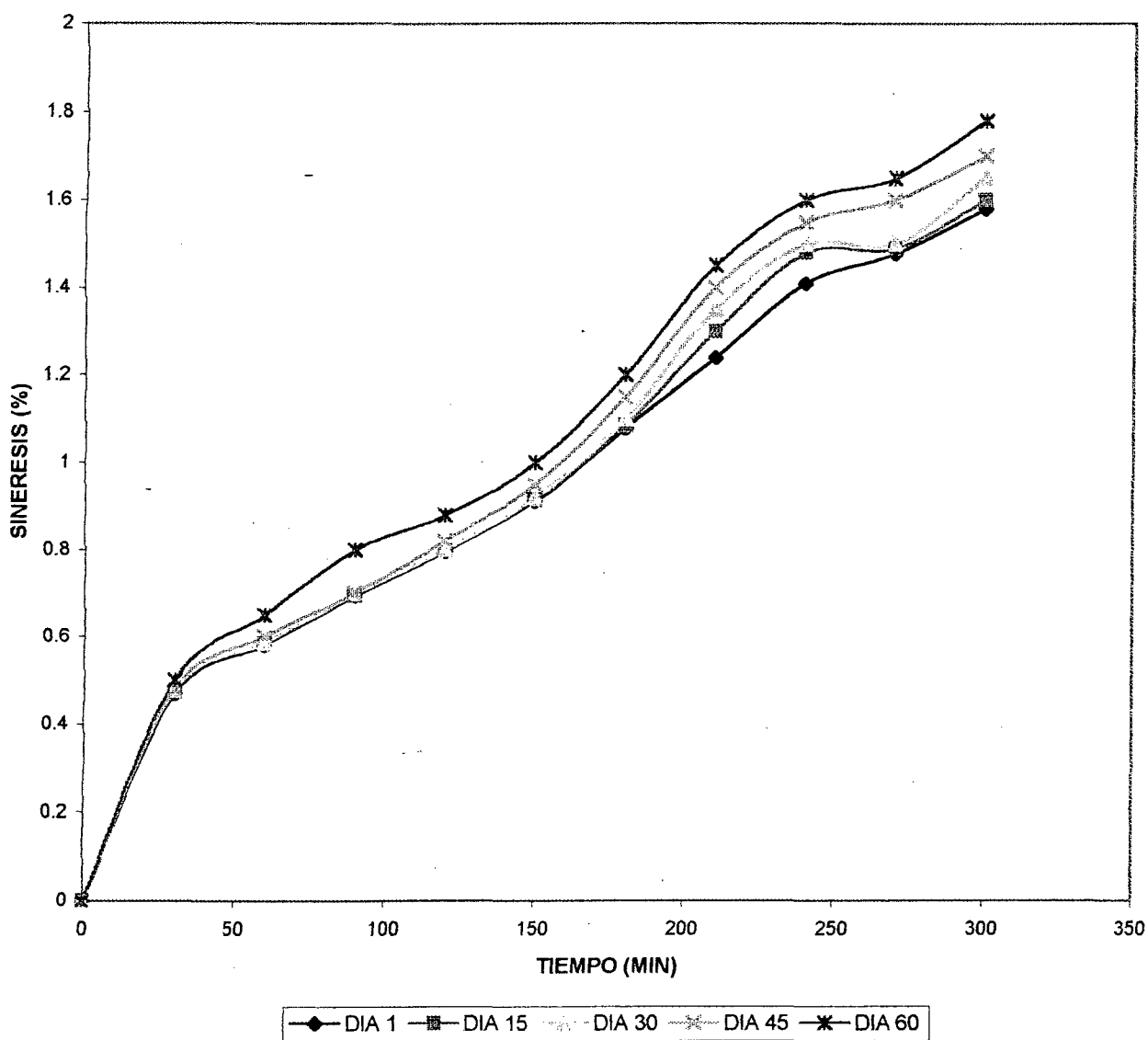
MINUTOS	DÍA DE ALMACENAMIENTO				
	1	15	30	45	60
30	0,470	0,475	0,477	0,480	0,500
60	0,581	0,585	0,587	0,600	0,650
90	0,694	0,695	0,698	0,700	0,800
120	0,796	0,798	0,800	0,820	0,880
150	0,912	0,915	0,920	0,950	1,000
180	1,079	1,085	1,100	1,150	1,120
210	1,240	1,300	1,350	1,400	1,450
240	1,410	1,480	1,500	1,550	1,600
270	1,477	1,490	1,500	1,600	1,650
300	1,580	1,600	1,650	1,700	1,780
1,440	1,782	1,800	1,820	1,900	1,950

FUENTE: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que existe una buena retención de líquido en la estructura de las redes del gel, dándole gran estabilidad y a su vez descartando posibles contaminaciones en la superficie por la exudación del líquido.

En la Figura 12, se muestran los gráficos de las curvas obtenidas en las pruebas de sinéresis de la mermelada de acerola a diferentes tiempos de almacenamiento (1, 15, 30, 45 y 60 días)

FIGURA N° 12: Porcentaje de sinéresis en mermelada de acerola almacenada durante 60 días.



4.3.5. Evaluación sensorial de preferencia

Los resultados de la evaluación organoléptica de preferencia de la mermelada de acerola, comparado con mermeladas comerciales de naranja y piña se muestra en el Anexo 6.

En el Cuadro 23, se presenta el análisis de Variancia y la prueba de significación de Tuckey. En lo que respecta al análisis de variancia se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos o productos comparados, resultando no significativa la comparación entre panelistas. Para conocer el grado de significación se realizó la prueba de Tuckey (0.05), mediante la cuál se determinó que los panelistas prefieren la mermelada de acerola en forma prioritaria, diferenciando significativa esta apreciación hacia las mermeladas de piña y naranja, que ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente. Estos resultados indican que la mermelada en investigación tendrá buena aceptación en el mercado.

CUADRO N° 23: Análisis de variancia y prueba de significancia de Tuckey de la evaluación sensorial de preferencia

ANALISIS DE VARIANCIA							PRUEBA DE SIGNIFICANCIA DE TUCKER		
Fuente de Variación	G.L	S.C	C.Me	Fc	Ft	Significancia	MERMELADA	Promedios	Representación de signif.
Tratamientos	2	17,33	8,67	18,21	4,2	*	ACEROLA	7,80	
Panelistas	14	9,33	0,67	1,41	2,65	n.s	PIÑA	6,73	
Error Experimental	28	13,34	0,476				NARANJA	6,33	
TOTAL	44	40,00							

* : Significancia al 95 %.

V. CONCLUSIONES

Luego de realizado el presente trabajo sobre el estudio de la acerola para su industrialización en forma de mermelada, se llega a las siguientes conclusiones:

1. La acerola es una fruta que presenta óptimas condiciones para su industrialización, por su rendimiento, contenido de sólidos solubles y características sensoriales, siendo el rendimiento promedio de la fruta en pulpa y cáscara 60.3%, pedúnculo 6.36% y semilla 33.4%.
2. El índice de madurez adecuado de la fruta de acerola para su procesamiento debe ser igual o mayor de 12.04 (relación °Brix/ acidez), el porcentaje de sólidos solubles de 10 °Brix, la mejor relación de pulpa/azúcar 50/50 a pH de 3,2 y tiempo de cocción a 30 minutos, bajo estas condiciones se obtiene mermelada de acerola de color Brazil Red de buena apariencia, consistencia y sabor, la misma que en la elaboración sensorial obtuvo el mayor puntaje de calificación.
3. El flujo de operaciones definitivo para elaborar mermelada de acerola es el siguiente: Materia Prima, Selección-Clasificación, Lavado, despulpado-Tamizado, Formulación, Cocción, Concentración, Pre-enfriamiento, Envasado, Enfriado y Almacenado.
4. La estabilidad de los análisis físicos-químicos y microbiológicos de los productos en el almacenamiento, es explicada por el buen control de las operaciones durante

el proceso de elaboración de la mermelada y por las condiciones dadas durante el almacenamiento.

5. La evaluación sensorial nos demuestra la aceptación que tiene la mermelada de acerola en comparación con las mermeladas comerciales de piña y naranja.

VI RECOMENDACIONES

1. Es necesario la adición de Gelificante en la elaboración de mermelada de acerola, la cual actúa favorablemente en la calidad del producto.
2. Con el fin de disminuir considerablemente la destrucción de la Vitamina C, la cocción de la mermelada de acerola debe realizarse en pailas de cocción con vacío.
3. Incentivar el cultivo del Cerezo o Acerola en nuestra región. Así mismo realizar investigaciones agronómicas para desarrollar el cultivo de variedades mejoradas de éste fruto.
4. Continuar investigando sobre otras formas de procesamiento (pulpa, néctares, jugos, etc.)

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALEIXANDRE, J.; 1996. Procesos de Elaboración de Alimentos. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Ed. REPROVALSL.
2. A.O.A.C.; 1980. Official Methods of Analysis of the AOAC - Ninet. Ed Washinton D.C - EE.UU.
3. BARRIGA, R.; 1994. Plantas Utiles de la Amazonía Peruana, Características, Usos y Posibilidades. CONCYTEC. Perú.
4. BRAVERMAN, J. B. S.; 1967. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ed. Acribia. Barcelona - España.
5. CALZADA, J.; 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación.. Ed. Jurídica. Lima
6. CHARLEY, H.; 1987. Tecnología de los Alimentos. Ed. Limusa - México.
7. CHEFTEL, J. Y CHEFTEL, H.; 1980. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol I . Ed. Acribia. Zaragoza. España.

8. CHEFTEL, J. ;CHEFTEL, H; 1982. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol II. Ed Acribia. Zaragoza. España.
9. COLLAZOS CH. C.; 1993. Composición de los Alimentos de Mayor Consumo en el Perú. 6ta Ed. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Lima - Perú.
10. DESRROSIER, N.; 1994. Elementos de Tecnología de los Alimentos. Compañía Editorial Continental S.A Mexico.
11. DESRROSIER, N. 1971. Conservación de los Alimentos. Compañía Editorial Continental S.A. México.
12. DOMINGUEZ A., MARTINEZ E.; 1987. Pruebas Tecnológicas de Procesamiento de frutas Tropicales del Departamento de San Martín. U.N.S.M. - Tarapoto.
13. DUCAR, M.; 1976. Conservación de Frutas y Hortalizas. Ed. Acribia. Zaragoza - España.
14. FELLOWS, P.; 1994. Tecnología del Proceso de los Alimentos: Principios y Prácticas. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza. España.

15. FENNEMA, OWEN R.; 1982. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Vol. II. Ed Reverté S.A. Barcelona, España.
16. FRAZIER, W.; 1962. Microbiología de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza - España.
17. GUEVARA A.; 1985. Industrialización del Tomate de Arbol: Elaboración de Mermelada. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Perú.
18. GHOSE, T.K.; 1987. Measurement of Cellulase Actividades. IUPAC - App, Chem. Vol 59 (2): 257-258
19. HURTADO, F.; 1983. Copias del Curso de Procesos I. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Perú.
20. ITINTEC; 1971. Norma Técnica Nacional Obligatoria. Lima Perú
21. LAY, SANDRA; 1993. Evaluación de la pérdida de ácido Ascórbico durante el Blanqueado de Brócoli. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima.
22. LEES, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España.

23. LEON, J.1968. Fundamentos Botánicos de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de ciencias Agrícolas de la OEA. San José. Costa Rica.
24. MACKEY. a. Y OTROS. 1984. Evaluación Sensorial de los Alimentos. 2da Ed. Ciepe. San Felipe. Venezuela.
25. MACBRIDE, J.F.; Flora fo Peru. Botanical Series Field Museum of Natural History. Volumen XIII, part III, munber 3 publication 653
26. MAYER, M.; 1990. Control de Calidad de Productos Agroindustriales. Ed. Trillas. 2da Edición. México.
27. MAYER, M.; 1990. Elaboración de Frutas y Hortalizas. Ed. Trillas. 2da Edición. Mexico.
28. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1997. Resúmenes Anuales. Oficina Estadística Agraria, Región Agraria XIII. Tarapoto. Perú.
29. MOSSEL, D.A.,QUEVEDO F.; 1967. Control Microbiológico de los Alimentos. serie Cleiba. UNMSM. Lima. Perú.
30. MOSTACERO, L.; 1993. Taxonimia de Fanerógamas Peruanas. Obra auspiciada por CONCYTEC. Perú.

31. PEARSON, D.; 1976. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza – España.
32. RAUCH, G.; 1970. Fabricación de Mermeladas. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
33. RIDGWAY, 1912 – Color Estándar and Nomenclature. Ed. A. Hoen y Company – Batimore. MD.
34. SABOYA, D.; 1988. Elaboración de Mermelada del Pedúnculo de Marañón. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
35. SEVILLA, N.; 1978. Procesamiento de Papaya, Pulpa, Néctar, Mermelada y Confitado. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Perú.
36. TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA; 1997. Procesamiento a Pequeña Escala de Frutos y Hortalizas Amazónicas Nativas e Introducidas. T.C.A.
37. TERLEIRA, E.; 1988. Utilización Integral de la Naranja Dulce Para la Elaboración de Mermelada y Frutas en Almibar. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Perú.

38. TERRANOVA; 1995. Ingeniería y Agroindustria. Tomo V. Panamericana Formas e Impresos. Colombia.
39. TEXEIRA, E., MEINERT, E., BARBETE, P.; 1987. Análisis Sensorial de Alimentos. Editora Da UFSC, Flovianópolis - Brasil.
40. TORRES, E.; 1995. Processamento e Estabilidade de Néctares de Acerola-Cenoura. Tesis Maestre em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Brasil.
41. URBANO, F.; 1994. Processamento e Caracterizacao de Suco Integral e Concentrado Congelado de Acerola. Tesis Maestre em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas facultade de Engenharia de Alimentos. Brasil.
42. WU-LEUNG, W-T.; 1978. Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina. Editorial Interamericana. INCAP. ICNDD. Guatemala.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1**NORMAS ITINTEC. 203.047****3. MERMELADAS.- Generalidades****3.1 Definición**

3.2.1 Mermelada de fruta.- Es el producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por la cocción y concentración de frutas sanas, limpias y adecuadamente preparadas, adicionadas de edulcorantes, con o sin adición de agua.

- **Sabor y aroma buenos.-** Es el sabor y aroma distintivo y característico de la variedad (s) de frutas utilizadas como materia prima y que está libre de cualquier sabor y aroma extraño.
- **Sabor y aroma aceptable bueno.-** El sabor y aroma característico de la fruta (s) utilizadas como materia prima puede poseer un ligero sabor caramelizado, pero carecerá de cualquier sabor y aroma extraño.
- **Defectos.-** Son aquellas partes de la fruta que ordinariamente se eliminan de la misma para la elaboración del producto. También comprende otras materias vegetales ajenas a la fruta, e incluyen las siguientes: receptáculo, pedúnculo corto, pedúnculo pequeño, pedúnculo mediano, pedúnculo largo,

cáscara, semilla, hueso o carozo, fruta manchada, poco desarrollada o dañada en alguna otra forma.

- **Lote.**- Es una cantidad determinada de envases, que se somete a inspección como conjunto unitario, cuyo contenido es de características similares o ha sido fabricado bajo condiciones de producción presumiblemente uniforme y que se identifican por tener un mismo código o clave de producción.

* 3.2 Clasificación

3.2.1 Las mermeladas se clasifican de la siguiente manera:

3.2.1.1 Tipos

- **Tipo I.**- Es la mermelada que ha sido preparada con frutas de una sola especie.
- **Tipo II.**- Es la mermelada que ha sido preparada con una mezcla de dos o más frutas diferentes.

3.2.2 Clases

- **Clase I.**- Es la clase de mermelada que contiene fruta entera, en trozos o en tiras grandes.
- **Clase II.**- Es la clase de mermelada que contiene la fruta desmenuzada o en forma de partículas finas.

4.1.3 Grados de calidad

3.2.3.1 **Grado A o extra.-** Es la calidad de mermelada que reúne las condiciones especificadas en el apartado 3.2.2.1

3.2.3.2 **Grado B.-** Es la calidad de la mermelada que reúne las condiciones especificadas en el apartado 3.2.2.2.

4. Requisitos

4.1 Requisitos generales

4.1.1 El producto deberá ser elaborado en condiciones sanitarias, con frutas frescas, maduras, sanas y prácticamente libre de residuos de pesticidas u otras sustancias eventualmente nocivas de acuerdo con las tolerancias permitidas por la autoridad competente.

4.1.2 Igualmente podrá prepararse con frutas previamente, elaboradas o conservadas.

4.1.3 La mermelada deberá prepararse con una mezcla de no menos de 45 partes de peso en frutas preparadas por cada 55 partes en peso de los edulcorantes indicados en el párrafo 4.1.7, con excepción de las mermeladas de frutas cítricas cuya proporción se indica en la norma correspondiente.

4.1.4 La cantidad mínima de sólidos solubles será 65%.

4.1.5 Se podrá adicionar pectina y cualquiera de los ácidos orgánicos siguientes, aislados o mezclados, ácido cítrico, ácido láctico, ácido málico o jugo de limón para ayudar a la formación del gel compensando la formación deficiencia, si la hubiere del contenido de pectina y ácido natural de la fruta.

4.1.6 El valor de pH estará comprendida entre 2.8 -3.8.

4.1.7 Como edulcorante podrá emplearse azúcar, azúcar invertido o dextrosa, ya sea en forma aislada o mezclada. También podrá emplearse jarabe de glucosa, en proporción tal, que el 25% como máximo de los sólidos edulcorantes secos contenidos en la mermelada, provengan de los sólidos secos contenido en el jarabe de glucosa.

4.1.8 Como conservador podrá emplearse cualquiera de las tres sustancias químicas siguientes:

- Benzoato de sodio ó ácido benzoico, en cantidad tal que no exceda el 0.1 por ciento en peso, expresado como ácido benzoico en el producto final.
- Ácido sórbico o sus sales de sodio o potasio, en cantidades que no exceda de 0.1 por ciento en peso expresado como ácido sórbico en el producto final.
- Anhídrido sulfuroso, en cantidad tal, que no exceda de 40 ppm en el producto final.

4.2 Requisitos organolépticos

4.2.1 Sistema de calificación

Las mermeladas se califican con grados de calidad, asignándole un puntaje que estará de acuerdo con la importancia relativa de cada factor expresado numéricamente en una escala de 100. El número máximo de puntos que se le puede asignar a cada factor es:

Factor	Puntos
Consistencia	20
Color	20
Ausencia de defectos	20
Sabor y aroma	40
Puntaje total	100

4.3 Requisitos microbiológicos

Las mermeladas deberán estar exentas de parásitos o restos de parásitos, mohos, levaduras y microorganismos patógenos o cualquier otro microorganismo capaz de causar alteración del producto.

ANEXO 2

DETERMINACION DE LAS PROPORCIONES DE AZUCAR Y FRUTA PARA LA FABRICACION DE MERMELADAS Y JALESA

Manejo : 1.- Determinar el % de materia seca de la fruta, usando el refractómetro portátil.

2.- Con éste dato entramos por la parte central de la tabla y ubicamos el valor en ésta columna.

3.- Corremos horizontalmente en la tabla buscando el valor más cercano de la concentración final de azúcar (materia seca) que queremos obtener en la mermelada, hallandose éste valor subimos verticalmente, obteniendo así la proporción azúcar y fruta.

CANTIDAD DE AZÚCAR USADA															% en materia seca de las frutas
55			56			57			58			59			
CANTIDAD DE FRUTAS USADAS															
55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60	65	
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
				60.2	60.55	60.8	61.2	61.55	61.8	62.2	62.53	62.8	63.2	63.55	7
		60.2	60.4	60.8	61.2	61.4	61.8	62.2	62.4	62.8	63.2	63.4	63.8	64.2	8
	60.4	60.65	60.95	61.4	65.85	61.95	62.4	62.65	62.95	63.4	63.65	63.95	64.4	64.85	9
60.5	61.0	61.5	61.5	62.0	62.5	62.5	63.0	63.5	63.8	64.0	64.5	64.5	65.0	65.5	10
61.05	61.6	62.15	62.0	62.6	63.15	63.65	61.6	64.13	64.05	64.8	65.15	65.05	65.5	66.13	11
61.2	62.2	62.9	62.5	63.2	63.8	63.6	64.2	64.8	64.5	65.2	65.8	65.6	66.2	66.8	12
62.15	62.8	62.45	63.15	63.8	64.45	64.15	64.8	65.4	65.15	65.8	65.45	66.15	66.8	67.45	13
62.7	63.4	64.1	63.7	64.4	65.1	64.7	65.4	66.1	65.1	66.4	67.1	68.7	67.4	68.1	14
73.25	64.0	64.75	64.23	65.0	65.70	65.25	66.0	66.75	66.25	67.0	67.75	67.25	68.0	68.73	15
63.8	64.5	65.4	64.8	65.0	66.4	65.8	65.6	67.4	65.8	67.6	68.4	67.8	69.6	69.4	16
64.35	65.2	66.5	65.35	66.2	67.05	63.35	67.2	68.05	67.35	63.2	69.05	68.35	69.2	70.05	17
64.8	65.8	66.8	65.9	66.8	66.8	65.9	67.8	67.8	67.9	68.8	68.8	68.9	69.8	69.8	18
65.45	66.4	67.35	66.45	67.4	68.35	67.45	68.4	69.35	68.45	69.4	70.35	69.45	70.4	71.35	19
66.0	67.0	68.0	67.0	68.0	69.0	68.0	69.0	70.0	69.0	70.0	71.0	70.0	71.0	72.0	20

MATERIA SECA EN PORCENTAJE KILOGRAMO DE MERMELADA FABRICADA

CONTINUA...

...CONTINUACION

4.- En éste caso la tabla está marcada para valores cercanos a 65% de materia seca en la concentración final de la mermelada.

5.- Ejm. Manzana = Obtendremos 10% de materia seca en el refractómetro portátil.

- con éste valor entramos en la tabla y buscamos la concentración final, en éste caso para el marcado en la tabla . 65%.

- Subimos verticalmente y la proporción es 60 (fruta) y 59 (azúcar), se puede llevar a porcentaje.

CANTIDAD DE AZÚCAR USADA															% en materia seca de las frutas
60			61			62			63			64			
CANTIDAD DE FRUTAS USADAS															
55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60	65	
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
63.8	64.2	64.55	64.8	65.2	65.55	65.5	66.7	66.55	66.8	67.2	67.55	67.2	687.2	68.55	7
64.4	64.8	65.2	65.4	63.8	68.2	66.4	66.8	67.2	67.4	67.8	68.2	68.4	68.8	69.2	8
64.95	65.4	65.85	65.9	68.4	68.85	65.95	67.4	67.83	67.95	68.4	68.85	68.95	69.4	69.95	9
65.5	66.0	66.5	68.5	67.0	67.5	67.5	60.0	68.5	68.5	69.0	69.5	69.5	70.0	70.5	10
65.05	65.5	67.15	67.06	67.6	68.15	60.5	68.6	69.15	68.05	69.6	70.15	70.05	70.6	71.15	11
66.6	67.2	67.8	67.6	68.2	68.8	68.6	69.2	69.8	69.6	70.2	70.8	70.6	71.2	71.8	12
67.15	67.8	68.45	68.15	68.8	69.45	69.15	69.8	70.45	70.15	70.8	71.45	71.13	71.8	72.45	13
67.7	68.4	69.1	68.7	69.4	70.1	69.7	70.4	71.1	70.7	71.4	72.1	71.7	72.4	73.3	14
65.25	69.0	69.75	69.25	70.0	70.75	70.25	71.0	71.75	71.25	72.0	72.75	72.25	75.0	73.75	15
68.8	68.8	70.4	69.8	70.6	71.4	70.8	71.6	72.4	71.8	72.6	73.4	72.5	72.6	74.4	16
69.35	70.2	71.05	70.35	71.2	72.05	71.35	72.2	73.05	72.35	73.2	74.05	73.35	74.9	-	17
69.9	70.8	71.7	70.9	71.8	72.7	71.9	72.8	73.7	72.9	73.8	74.7	73.9	74.8	-	18
70.45	71.4	72.35	71.45	72.4	73.35	72.45	73.4	70.35	73.45	74.4	73.35	74.45	-	-	19
71.0	72.0	73.0	72.0	73.0	74.0	73.0	74.0	75.0	74.0	75.0	-	75.0	-	-	20

MATERIA SECA EN PORCENTAJE KILOGRAMO DE MERMELADA FABRICADA

FUENTE: Dominguez et al (1988)

ANEXO 3

FORMATO DE EVALUACION SENSORIAL -PRUEBA DE DIFERENCIA

NOMBRE

FECHA

PRODUCTO

INSTRUCCIONES:

1. Utilice luz blanca.
2. A continuación se le presentan 3 muestras de mermelada de acerola.
3. Califique Ud. COLOR, CONSISTENCIA Y SABOR, de acuerdo a su criterio marcando con una "X" en el casillero correspondiente.

COLOR	MUESTRAS		
• MALO			
• REGULAR			
• BUENO			
• MUY BUENO			
• EXCELENTE			

CONSISTENCIA	MUESTRAS		
• MALO			
• REGULAR			
• BUENO			
• MUY BUENO			
• EXCELENTE			

SABOR	MUESTRAS		
• MALO			
• REGULAR			
• BUENO			
• MUY BUENO			
• EXCELENTE			

OBSERVACIONES

.....

.....

ANEXO 4

CUADRO 1 - 4 : EVALUACION ORGANOLEPTICA DE LA 9 MERMELADAS DE CEROLA CON RESPECTO AL ATRIBUTO DE COLOR, APLICADA SEGUN LA PRUEBA DE DURWIN

PANELISTAS	TRATAMIENTOS									TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	2			3					3	8
2		1	3		4					8
3		2				3	4			9
4			3	3	5					11
5			3				3		3	9
6				2			3	3		8
7	2	3	2							7
8		2					2	2		6
9		3		3					2	8
10					5			3		10
11			2			3		3		8
12			-		4	3			4	11
13						3		3	3	9
14	3				5		2			10
15	3			4		5				12
TOTAL	12	11	13	15	23	17	14	14	15	134
PROMD	2,40	2,20	2,60	3,00	4,60	3,40	2,80	2,80	3,00	

1. Valor estadístico T de la Prueba de Durwin.

$$\text{Fórmula: } T = 12 (t-1)/r t (k-1)(k+1). \Sigma Ri^2 - 3r (t-1)(k+1)/k-1$$

Reemplazando en la Fórmula:

$$T = 12 (9-1)/(5)(9)(3-1)(9+1) . (12)^2 + \dots + (15)^2 - (3)(5)(9-1)(3+1)/(3-1)$$

$$T = 0,27 . 2094 - 240$$

$$T = 325,38$$

De Tabla $X^2_{\text{tab}(8, 0.1)} = 13,362$

Decisión: $T_{\text{Cal}} > X^2_{\text{Tab}}$; $325,38 > 13,362$. Por lo tanto al menos uno de los tratamientos tiende a producir valores mayores que otros tratamientos en cuanto al atributo de color.

CUADRO 2-4 : EVALUACION ORGANOLEPTICA DE LA 9 MERMELADAS DE ACEROLA CON RESPECTO AL ATRIBUTO DE CONSISTENCIA, APLICADA SEGUN LA PRUEBA DE DURWIN

PANELISTAS	TRATAMIENTOS									TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	3			4						3	10
2		3	3		2						10
3		3				4	2				9
4			3	3	4						10
5			3				2		2		7
6				4			3	1			8
7	3	3	3								9
8		3					2	2			7
9		3								3	10
10	2				4			4			10
11			3			4		2			9
12					3	4				2	9
13						3		2	2		7
14	3				3		3				9
15	3			4		5					11
TOTAL	14	15	15	19	18	19	12	11	12		135
PROMD	2,80	3,00	3,00	3,80	3,60	3,80	2,40	2,20	2,40		

1. Valor estadístico T de la Prueba de Durwin.

$$\text{Formula: } T = \frac{12}{(t-1)r} \left[\frac{\sum R_i^2}{t} - 3r \frac{(t-1)(k+1)}{k-1} \right]$$

Reemplazando en la Fórmula:

$$T = \frac{12}{(9-1)(5)} \left[\frac{(14)^2 + \dots + (12)^2}{9} - 3(5) \frac{(9-1)(3+1)}{3-1} \right]$$

$$T = 0,27 \cdot 2101 - 240$$

$$T = 327,27$$

De Tabla $X^2_{\text{tab}(8, 0.1)} = 13,362$

Decisión: $T_{\text{Cal}} > X^2_{\text{Tab}}$; $327,27 > 13,362$. Por lo tanto al menos uno de los tratamientos tiende a producir valores mayores que otros tratamientos en cuanto al atributo de consistencia.

CUADRO 3 - 4: EVALUACION ORGANOLEPTICA DE LA 9 MERMELADAS DE ACEROLA CON RESPECTO AL ATRIBUTO DE SABOR, APLICADA SEGÚN LA PRUEBA DE DURWIN

PANELISTAS	TRATAMIENTOS									TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3			4					3	10
2		3	2		4					9
3		3				5	4			12
4			2	4	4					10
5			4				3		2	9
6				4			3	2		9
7	3	3	3							9
8		2					4	2		8
9		2		3					2	7
10	2				5			4		11
11			3			4		2		9
12					5	4			1	10
13			-			4		3	2	9
14	3				4		3			10
15	2			3		3				8
TOTAL	13	13	14	18	22	20	17	13	10	140
PROMD	2.60	2.60	2.80	3.60	4.40	4.00	3.40	3.60	2.00	

1. Cálculo del Valor estadístico T de la Prueba de Durwin.

$$\text{Fórmula: } T = 12 \frac{(t-1)}{r} t \frac{(k-1)(k+1)}{(k+1)/k-1} \cdot \sum Ri^2 - 3r \frac{(t-1)(k+1)}{k-1}$$

Reemplazando en la Fórmula:

$$T = 12 \frac{(9-1)}{(5)(9)(3-1)(93+1)} \cdot (13)^2 + \dots + (10)^2 - (3)(5)(9-1)(3+1)/(3-1)$$

$$T = 0.27 \cdot 2300 - 240$$

$$T = 381$$

$$\text{De Tabla } X^2_{\text{tab}(8, 0.1)} = 13.362$$

Decisión: $T_{\text{Cal}} > X^2_{\text{Tab}}$; $381 > 13.362$. Por lo tanto al menos uno de los tratamientos tiende a producir valores mayores que otros tratamientos en cuanto al atributo de sabor.

ANEXO 5

FORMATO DE EVALUACION SENSORIAL - PRUEBA DE PREFERENCIA

NOMBRE

FECHA

PRODUCTO

INSTRUCCIONES:

1. Utilice luz blanca.
2. A continuación se le presentan 2 muestras de mermelada.
3. Pruebe las muestras y marque con una "X" en la escala, de acuerdo al grado de gusto que aprecie en cada muestra.

E S C A L A	MUESTRAS		
	032	127	064
• Me gusta muchísimo			
• Me gusta mucho			
• Me gusta moderadamente			
• Me gusta un poco			
• Me es indiferente			
• Me desagrada un poco			
• Me desagrada moderadamente			
• Me desagrada mucho			
• Me desagrada muchísimo			

OBSERVACIONES

.....
.....

ANEXO 6

CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANCIA DE
LA EVALUACION ORGANOLEPTICA DEL PANEL DE PREFERANCIA (DBCA)

PANELISTAS	MERMELADA			TOTAL
	ACEROLA	PIÑA	NARANJA	
1	8	7	6	21
2	7	6	5	18
3	8	7	7	22
4	7	6	7	20
5	8	6	7	21
6	8	6	7	21
7	8	7	8	23
8	8	8	7	23
9	8	6	7	21
10	8	7	6	21
11	8	7	6	21
12	8	6	4	18
13	8	7	6	21
14	8	7	6	21
15	7	8	6	21
TOTAL	117	101	95	313
PROMEDIO	7,8	6,73	6,33	

1. **Factor de Corrección (FC)**

$$F_c = (\sum X_i/n) = \{(313)^2/(45)\} = 2,117$$

2. **Suma de Cuadrado de los Tratamientos (SCt)**

$$SC_t = (117)^2 + (101)^2 + (95)^2/15 - F_c$$

$$SC_t = 32,915/15 - 2,117 = 17.33$$

3. **Suma de Cuadrado de los Panelistas (SCp)**

$$SC_p = (21)^2 + (18)^2 + (22)^2 + \dots + (21)^2/3 - F_c$$

$$SC_p = 6,559/3 - 2177 = 9.33$$

4. **Suma de Cuadrados Totales (SCT)**

$$SCT = (8)^2 + (7)^2 + (8)^2 + \dots + (6)^2 - F_c$$

$$SCT = 2,217 - 2177 = 40$$

5. **Suma de Cuadrados del Error (SCE)**

$$SCE = SCT - SC_t - SC_p$$

$$SCE = 40 - 17.33 - 9.33 = 13.34$$

6. **Análisis de Variancia (ANVA)**

Fuente de Variación	G.L	SC	C Me	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	17.33	8.67	18.21	4.20	*
Panelistas	14	9.33	0.67			
Error Experimental	28	13.34	0.476	1.41	2.65	
TOTAL	44	40.00				

7. **Prueba de Tuckey para los Datos**

$$S_x = CME/t = 0.476/3$$

$$S_x = 0.398$$

De la Tabla de Tuckey y para un $\alpha = 0.05$ con 28 G>L y 3 Tratamientos

$$q_{0.05(3, 28)} = 3.51$$

$$A.E.S = 3.51 \times 0.398 = 1.396$$

Muestra	Comparación	Diferencia	A.E.S.	Comparación	Sinif.
Acerola	Acerola-Piña	$7,8-6,73=1,07$	1,396	$1,07 < 1,396$	n.s
Piña	Acerola-Naranja	$7,8-6,33=1,47$	1,396	$1,47 > 1,396$	*
Naranja	Piña-Naranja	$6,73-6,33=0,470$	1,396	$0,470 < 1,396$	n.s

Representación de las Significancias obtenidas

Acerola

Piña

Naranja

