




Universidad Técnica Particular de Loja
BIBLIOTECA GENERAL

Revisado el VIII-15-85

Valor S/ 200⁰⁰

Nó Clasificación 1985 P154 IA 22



664
Tomates de árbol
Mimodoula

664 5805642
664



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR
DE LOJA**

FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

**OBTENCION DE LOS PARAMETROS OPTIMOS PARA LA
ELABORACION DE NECTAR, CONCENTRADO Y
MERMELADA DE TOMATE DE ARBOL**

**TESIS DE INGENIERIA PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
AGROPECUARIAS.**

**LUIS EDUARDO PALACIOS BURNEO
PATRICIA ELENA CISNEROS ABAD**

DIRECTOR:

Ing. VICENTE BASTIDAS SERRANO

Loja - Ecuador

1985



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2017

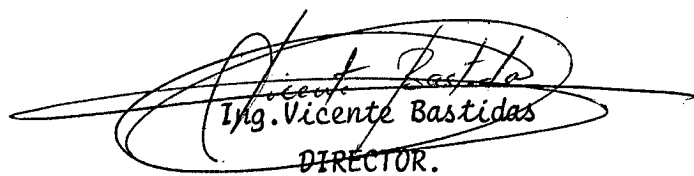
Ingeniero

VICENTE BASTIDAS S.

Catedrático titular de la Universidad
Técnica Particular de Loja, Facultad
de Ingeniería en Industrias Agropecu-
arias, Director de Tesis de los señ-
ores: Luis E. Palacios B. y Patricia -
Cisneros A.

C E R T I F I C A :

Haber revisado cuidadosamente el pre-
sente trabajo, por lo que autoriza su
presentación y sustentación.


Ing. Vicente Bastidas
DIRECTOR.

A U T O R I A

El presente trabajo es de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Luis E. Palacios B.

Patricia E. Cisneros A.

DEDICATORIA:

A Dios, a mis Padres y Hermanos que formaron la esencia de mi ser y estuvieron siempre en vigilia para - que mi voluntad de superación y progreso nunca se quebrante ante la adversidad.

LUIS EDUARDO

A mis Padres, que sembraron en mí, - la voluntad y constancia de luchar - por causas nobles, el carácter para superar los obstáculos y la fuerza - para no sucumbir a las emociones negativas.

PATRICIA

**"OBTENCION DE LOS PARAMETROS OPTIMOS PARA LA ELABORACION
DE NECTAR, CONCENTRADO Y MERMELADA DE TOMATE DE ARBOL".**

| | |
|--|-----|
| INDICE..... | v |
| RESUMEN..... | xvi |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 <i>Objetivos y beneficios de la presente investigación..</i> | 1 |
| 1.2 <i>Tomate de árbol</i> | 3 |
| 1.2.1 <i>Composición de la fruta.....</i> | 4 |
| 1.2.2 <i>Caracteres botánicos.....</i> | 6 |
| 1.2.3 <i>Condiciones ecológicas.....</i> | 8 |
| 1.2.4 <i>Condiciones de cultivo.....</i> | 9 |
| 1.2.5 <i>Origen, principales zonas de cultivo y rendi- miento.....</i> | 12 |
| 1.2.6 <i>Destinos y usos de la producción.....</i> | 13 |
| II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DEL TEMA..... | 15 |
| III PARTE EXPERIMENTAL..... | 19 |
| 3.1 <i>Especie y variedad a ensayar.....</i> | 19 |
| 3.2 <i>Grado de madurez óptimo para el procesado.....</i> | 20 |
| 3.3 <i>Análisis físicos, químicos y organolépticos.....</i> | 30 |
| 3.3.1 <i>Análisis físicos.....</i> | 30 |
| 3.3.2 <i>Análisis químicos.....</i> | 32 |
| 3.3.3 <i>Análisis organolépticos.....</i> | 36 |
| 3.3.3.1 <i>Color.....</i> | 36 |
| 3.3.3.2 <i>Sabor.....</i> | 36 |
| 3.3.3.3 <i>Aroma.....</i> | 37 |

| | | |
|------------|---|----|
| 3.4 | Elaboración de néctar..... | 37 |
| 3.4.1 | Conceptos generales..... | 37 |
| 3.4.2 | Tecnología aplicada con y sin el uso de aditivos químicos..... | 39 |
| 3.4.2.1 | Tratamientos preparatorios..... | 39 |
| 3.4.2.2 | Extracción de la pulpa..... | 41 |
| 3.4.2.3 | Tamizado..... | 41 |
| 3.4.2.4 | Formulaciones..... | 42 |
| 3.4.2.5 | Pasteurización..... | 45 |
| 3.4.2.6 | Envasado en caliente..... | 45 |
| 3.4.2.7 | Sellado..... | 46 |
| 3.4.2.8 | Esterilización..... | 46 |
| 3.4.2.9 | Enfriamientos..... | 47 |
| 3.4.2.10 | Almacenamiento..... | 47 |
| 3.4.2.11 | Pruebas de conservación en dife- rentes tipos de envases..... | 47 |
| 3.4.2.11.1 | Envase metálico bar- nizado..... | 49 |
| 3.4.2.11.2 | Evase metálico esta- ñado..... | 50 |
| 3.4.3 | Determinación de parámetros óptimos de - tratamiento..... | 51 |
| 3.4.4 | Diagrama de flujo..... | 54 |
| 3.4.5 | Balance de materia..... | 55 |
| 3.4.6 | Equipo utilizado y descripción..... | 57 |
| 3.4.7 | Análisis organolépticos, químicos y micro biológicos..... | 59 |
| 3.4.7.1 | Análisis organolépticos..... | 59 |

| | | |
|-------------|---|----|
| 3.4.7.1.1 | Color..... | 59 |
| 3.4.7.1.2 | Sabor..... | 60 |
| 3.4.7.2.3 | Aroma..... | 60 |
| 3.4.7.2 | Análisis químicos..... | 60 |
| 3.4.7.3 | Análisis microbiológicos..... | 61 |
| 3.4.7.3.1 | Mohos..... | 61 |
| 3.4.7.3.2 | Levaduras..... | 61 |
| 3.4.8 | Almacenamiento del producto a diferentes - temperaturas y seguimiento periódico en la conservación del mismo..... | 61 |
| 3.4.8.1 | Temperaturas empleadas..... | 61 |
| 3.4.8.2 | Análisis organolépticos, químicos y microbiológicos..... | 61 |
| 3.4.8.2.1 | Análisis organolépti - cos..... | 62 |
| 3.4.8.2.2 | Análisis químicos..... | 66 |
| 3.4.8.2.3 | Análisis microbiológi - cos..... | 71 |
| 3.4.8.2.3.1 | Mohos..... | 71 |
| 3.4.8.2.3.2 | Levaduras..... | 71 |
| 3.4.9 | Comportamiento del producto frente a los <u>ti</u> pos de envases..... | 71 |
| 3.4.10 | Selección del envase más adecuado..... | 72 |
| 3.5 | Elaboración de concentrado..... | 72 |
| 3.5.1 | Conceptos generales..... | 72 |
| 3.5.2 | Tecnología aplicada..... | 77 |
| 3.5.2.1 | Tratamientos preparatorios..... | 77 |
| 3.5.2.2 | Extracción de la pulpa..... | 77 |



| | | |
|-----------|--|----|
| 3.5.2.3 | Tamizado..... | 77 |
| 3.5.2.4 | Elaboración de concentrado..... | 77 |
| 3.5.2.5 | Llenado..... | 79 |
| 3.5.2.6 | Sellado..... | 79 |
| 3.5.2.7 | Esterilización..... | 80 |
| 3.5.2.8 | Enfriamiento..... | 80 |
| 3.5.2.9 | Almacenamiento..... | 80 |
| 3.5.3 | Tipo de envase más adecuado..... | 80 |
| 3.5.4 | Determinación de parámetros óptimos de <u>tra</u> <u>tamiento</u> | 81 |
| 3.5.5 | Diagrama de flujo..... | 82 |
| 3.5.6 | Balance de materia en el proceso..... | 83 |
| 3.5.7 | Equipo utilizado y descripción..... | 84 |
| 3.5.8 | Análisis organolépticos, químicos y micro- biológicos..... | 84 |
| 3.5.8.1 | Análisis organolépticos..... | 84 |
| 3.5.8.2 | Análisis químicos..... | 85 |
| 3.5.8.3 | Análisis microbiológicos..... | 85 |
| 3.5.8.3.1 | Mohos..... | 85 |
| 3.5.8.3.2 | Levaduras..... | 85 |
| 3.5.9 | Reconstitución del concentrado obtenido... .. | 86 |
| 3.5.9.1 | Reconstitución del concentrado - hasta los sólidos solubles del - producto original..... | 86 |
| 3.5.9.2 | Análisis organolépticos y quími - cos..... | 86 |
| 3.5.9.2.1 | Análisis organolépti- cos..... | 86 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.5.2.3 | Tamizado..... | 77 |
| 3.5.2.4 | Elaboración de concentrado..... | 77 |
| 3.5.2.5 | Llenado..... | 79 |
| 3.5.2.6 | Sellado..... | 79 |
| 3.5.2.7 | Esterilización..... | 80 |
| 3.5.2.8 | Enfriamiento..... | 80 |
| 3.5.2.9 | Almacenamiento..... | 80 |
| 3.5.3 | Tipo de envase más adecuado..... | 80 |
| 3.5.4 | Determinación de parámetros óptimos de tra- tamiento..... | 81 |
| 3.5.5 | Diagrama de flujo..... | 82 |
| 3.5.6 | Balance de materia en el proceso..... | 83 |
| 3.5.7 | Equipo utilizado y descripción..... | 84 |
| 3.5.8 | Análisis organolépticos, químicos y micro- biológicos..... | 84 |
| 3.5.8.1 | Análisis organolépticos..... | 84 |
| 3.5.8.2 | Análisis químicos..... | 85 |
| 3.5.8.3 | Análisis microbiológicos..... | 85 |
| 3.5.8.3.1 | Mohos..... | 85 |
| 3.5.8.3.2 | Levaduras..... | 85 |
| 3.5.9 | Reconstitución del concentrado obtenido... .. | 86 |
| 3.5.9.1 | Reconstitución del concentrado - hasta los sólidos solubles del - producto original..... | 86 |
| 3.5.9.2 | Análisis organolépticos y quími - cos..... | 86 |
| 3.5.9.2.1 | Análisis organolépti- cos..... | 86 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.5.9.2.2 | Análisis químicos..... | 87 |
| 3.5.10 | Almacenamiento del producto concentrado a diferentes temperaturas y seguimiento periódico en la conservación del mismo..... | 87 |
| 3.5.10.1 | Temperaturas empleadas..... | 88 |
| 3.5.10.2 | Análisis organolépticos, químicos- y microbiológicos..... | 88 |
| 3.5.10.2.1 | Análisis organolépticos | 88 |
| 3.5.10.2.2 | Análisis químicos..... | 89 |
| 3.5.10.2.3 | Análisis microbiológicos..... | 89 |
| 3.6 | Elaboración de mermelada..... | 93 |
| 3.6.1 | Conceptos generales..... | 93 |
| 3.6.2 | Tecnología aplicada..... | 102 |
| 3.6.2.1 | Tratamientos preparatorios..... | 102 |
| 3.6.2.2 | Extracción de la pulpa..... | 102 |
| 3.6.2.3 | Formulación..... | 102 |
| 3.6.2.4 | Cocción..... | 107 |
| 3.6.2.5 | Preenfriamiento..... | 107 |
| 3.6.2.6 | Llenado..... | 107 |
| 3.6.2.7 | Sellado..... | 108 |
| 3.6.2.8 | Enfriamiento..... | 108 |
| 3.6.2.9 | Almacenamiento..... | 108 |
| 3.6.3 | Tipo de envase más adecuado..... | 108 |
| 3.6.4 | Características de la formulación empleada y más adecuada en el proceso de elaboración | 109 |
| 3.6.5 | Diagrama de flujo..... | 110 |
| 3.6.6 | Balance de materia..... | 111 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.6.7 | Equipo utilizado y descripción..... | 112 |
| 3.6.8 | Análisis organolépticos, químicos y microbiológicos..... | 113 |
| 3.6.8.1 | Análisis organolépticos..... | 113 |
| 3.6.8.2 | Análisis químicos..... | 113 |
| 3.6.8.3 | Análisis microbiológicos..... | 114 |
| 3.6.9 | Almacenamiento a temperatura ambiente del producto elaborado y seguimiento periódico en la conservación del mismo..... | 114 |
| IV. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 115 |
| 4.1 | Conclusiones..... | 115 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 115 |
| V. | ANEXOS..... | 118 |
| A. | Análisis Físicos..... | 118 |
| 5.1 | Densidad relativa..... | 133 |
| B. | ANALISIS QUIMICOS..... | 133 |
| 5.2 | pH..... | 128 |
| 5.3 | Índice de refracción..... | 118 |
| 5.4 | Acidez total..... | 119 |
| 5.5 | Índice de madurez..... | 119 |
| 5.6 | Humedad..... | 120 |
| 5.7 | Sólidos totales..... | 121 |
| 5.8 | Vitamina C..... | 121 |
| 5.9 | Actividad enzimática..... | 122 |
| 5.10 | Determinación de pectina..... | 123 |
| 5.11 | Determinación de carbohidratos totales..... | 125 |
| 5.12 | Determinación de proteína..... | 126 |
| 5.13 | Determinación de estaño..... | 128 |

| | |
|---|---------|
| 5.14 Porcentaje de azúcares reductores..... | 129 |
| C. Análisis Organolépticos..... | 129 |
| D. Análisis Microbiológicos..... | 131 |
| BIBLIOGRAFIA. | 135 |

97-10-86
A
23

INDICE DE GRAFICOS Y TABLAS

| | | |
|----------------|---|----|
| Gráfico 1. | Racimo de tomates de árbol..... | 4 |
| Gráfico 2. | Corte longitudinal de un tomate de árbol.... | 5 |
| Gráfico 3. | Determinación del punto óptimo de madurez.. | 29 |
| Tabla 1. | Análisis realizados en tomates de árbol el mismo día de la recolección..... | 27 |
| Tabla 2. | Análisis de tomates de árbol desde 7/8, hasta los 14 días de madurez..... | 27 |
| Tabla 3. | Análisis físicos de tomates de árbol durante la maduración..... | 31 |
| Tabla 4 y 5. | Análisis químicos de tomates de árbol durante la maduración..... | 33 |
| Tabla 7, 8 y 9 | Pruebas de diversas formulaciones de néctar de tomate de árbol..... | 43 |
| Tabla 10. | Pruebas de esterilización de néctar de tomate de árbol..... | 46 |
| Tabla 11 | Parámetros óptimos de elaboración de néctar de tomate de árbol..... | 52 |
| Tabla 12. | Análisis químicos de néctar de tomate de árbol..... | 60 |
| Tabla 13. | Análisis organoléptico de néctar sin aditivos químicos en envases de hojalata estañado, almacenado al medio ambiente..... | 62 |
| Tabla 14. | Análisis organoléptico de néctar sin aditivos químicos en envases de hojalata estañada, almacenado a 37°C | 62 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 15. | Análisis organoléptico de néctar con aditivos químicos en envases de hojalata estañada, almacenado al medio ambiente.. | 63 |
| Tabla 16. | Análisis organoléptico de néctar con aditivos químicos en envases de hojalata estañada, almacenado a 37°C..... | 63 |
| Tabla 17. | Análisis organoléptico de néctar sin aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenado al medio ambiente..... | 64 |
| Tabla 18. | Análisis organoléptico de néctar sin aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenado a 37°C..... | 64 |
| Tabla 19. | Análisis organoléptico de néctar con aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenado al medio ambiente..... | 65 |
| Tabla 20. | Análisis organoléptico de néctar con aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenado a 37°C..... | 65 |
| Tabla 21. | Análisis químicos de néctar sin aditivos-químicos en envase de hojalata estañada , almacenado al medio ambiente..... | 67 |
| Tabla 22. | Análisis químicos de néctar sin aditivos-químicos en envases de hojalata estañada, almacenado a 37°C. | 67 |
| Tabla 23. | Análisis químicos de néctar con aditivos-químicos en envases de hojalata estañada, almacenado al medio ambiente..... | 68 |
| Tabla 24. | Análisis químicos de néctar sin aditivos-químicos en envases de hojalata estañada, | 68 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 25. | Análisis químicos de néctar sin aditivos químicos en envases de hojalada barnizada, almacenada al medio ambiente..... | 69 |
| Tabla 26. | Análisis químicos de néctar sin aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenada a 37°C..... | 69 |
| Tabla 27. | Análisis químicos de néctar con aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenado al medio ambiente.... | 70 |
| Tabla 28 | Análisis químicos de néctar con aditivos químicos en envases de hojalata barnizada, almacenada a 37°C..... | 70 |
| Tabla 29. | Elaboración de concentrado a presión atmosférica, a diferentes grados de concentración final..... | 79 |
| Tabla 30 | Parámetros óptimos de elaboración de concentrado..... | 81 |
| Tabla 31 | Análisis organolépticos de concentrado de 20° Brix..... | 84 |
| Tabla 32 | Análisis químicos de concentrado de 20° Brix..... | 85 |
| Tabla 33. | Análisis organolépticos de concentrado reconstituído..... | 86 |
| Tabla 34. | Análisis químicos de concentrado reconstituído..... | 87 |
| Tabla 35. | Análisis organoléptico de concentrado almacenado al medio ambiente..... | 89 |
| Tabla 36. | Análisis organoléptico de concentrado almacenado en refrigeración..... | 89 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabla 37. | Análisis químicos de concentrado almacenado al medio ambiente..... | 90 |
| Tabla 38. | Análisis químicos de concentrado almacenado en refrigeración..... | 90 |
| Tabla 39. | Análisis microbiológicos de concentrado almacenado al medio ambiente..... | 91 |
| Tabla 40. | Análisis microbiológicos de concentrado almacenado en refrigeración..... | 91 |
| Tabla 41, 42 y 43 | Pruebas de elaboración de mermelada..... | 104 |
| Tabla 44. | Parámetros óptimos de elaboración de mermelada..... | 109 |
| Tabla 45. | Análisis organolépticos..... | 113 |
| Tabla 46. | Análisis Químicos..... | 113 |
| Tabla 47. | Defectos de la mermelada..... | 114 |

RESUMEN

La optimización de parámetros en la fabricación de néctar, concentrado y mermelada de tomate de árbol es el principal objetivo del presente tema de investigación, el mismo que será fructífero y provechoso para el industrial, pues, su ejecución permitirá utilizar industrialmente este fruto, que se ha consumido hasta la fecha solamente como fruta fresca y cuyo cultivo se ha extendido notablemente en los últimos años, para elaborar productos de buena conservación y que permitan transportarlos hacia otras regiones e incluso, podrá exportarse, cumpliendo con las exigencias del mercado internacional.

En la elaboración de néctar, los parámetros óptimos obtenidos son: 17° Brix de concentración final, esterilización a 100°C, 9 psi de presión, durante 25 minutos, almacenamiento al medio ambiente. Llenado en envases de hojalata estañada con fondo y tapa barnizada. Utilizando benzoato de sodio como conservante químico.

Para elaborar concentrado a presión atmosférica, se reunieron los siguientes parámetros óptimos: 20° Brix de concentración final; esterilización a 100°C. 9 psi de presión, durante 20 minutos, almacenamiento a temperatura de refrigeración. Se recomienda usar evaporadores al vacío, diseñados especialmente para jugos, con lo que se obtendrá concentrado de superior calidad.

Durante la elaboración de mermelada se recopilaron los siguientes parámetros óptimos: precocción a 68°C durante 5 minutos; cocción hasta 98°C; 64 °Brix de concentración final; envasado a 85°C . Como conservante químico se utiliza, benzoato de sodio.



PROLOGO

En el marco del desarrollo industrial y fomento de productos no tradicionales, la agroindustria debe ocupar un lugar prioritario. En efecto, ella propende a la integración de la tierra y sus productos con las industrias que utilizan éstos como materia prima, por lo cual, el desarrollo agroindustrial tiene un efecto socioeconómico de gran alcance, superior en muchos casos a otras industrias que utilizan materias primas no agrícolas.

Conscientes de nuestra responsabilidad para con la planificación y el progreso de la industria, empeñamos nuestro esfuerzo para la realización de la presente investigación, cuya materia prima se seleccionó, con la idea de que pudiera ser compatible con el proceso tecnológico, lo cual nos ha brindado resultados satisfactorios y cuyos beneficios a no dudarlo, se verán a corto plazo, dada la importancia del tema tratado y en razón de que, abre nuevas perspectivas a la industria en nuestro país.

Expresamos nuestro agradecimiento a todas y cada una de las personas que de alguna forma colaboraron con nuestro trabajo, a las Autoridades Universitarias en la persona del Hno. César Ortíz V. y especialmente:

Ing. Vicente Bastidas S. Director

| | |
|--------------------------|--|
| Ing. Herman Bravo P. | Propietario de la fábrica "ALVIL" |
| Dr. Rodrigo Fárez | Asesor |
| Ing. Jaime Guamán | Asesor |
| Ing. Zoilo Ruiz L. | Asesor |
| Ing. Arsenio Espinosa F. | Ex-Catedrático de la Facultad - de Industrias. |
| Ing. Vicente Tene | Responsable del Laboratorio de - Microbiología |
| Ing. Héctor Ramirez | Responsable de equipos de evapo- ración |
| Ing. Gonzalo Muñoz | Jefe del Departamento de Horti - cultura de la Universidad Nacio- nal de Loja. |

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

1.1 OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE LA PRESENTE INVESTIGACION

En la actualidad a nivel mundial, es imprescindible la industrialización de productos agrícolas, con su principal objetivo la conservación prolongada de los mismos, manteniendo inalterables las condiciones del fruto fresco para su consumo. Con este precedente, creemos que es de vital importancia realizar estudios de industrialización de frutos de nuestro país, para que éstos sean confiables ante el inversionista y aprovechados dentro de la industria.

Hemos seleccionado el tomate de árbol que es fruto originario de nuestra provincia, con facilidades para su cultivo, de abundante producción, de fácil transporte y rico en propiedades nutritivas. Por estas características, la presente investigación tiene como meta fundamental encontrar los parámetros óptimos para la elaboración de néctar, concentrado y mermelada con las debidas

condiciones de almacenamiento.

OBJETIVOS:

- Elegir el proceso tecnológico más adecuado para la elaboración de productos derivados del tomate de árbol.
- Realizar un riguroso control de calidad para obtener un producto terminado de óptimas condiciones.
- Con la presente investigación se pretende impulsar el empleo de esta fruta dentro de los procesos industriales en pequeña y gran escala.

En caso de instalarse una fábrica procesadora en la provincia de Loja, daría lugar a la creación de los objetivos siguientes:

- Llegar con el producto a zonas apartadas de la región.
- Conservar un recurso perecedero.
- Incentivar a los agricultores para obtener una mejor producción de materia prima.
- Ampliar las zonas de cultivo.
- Mayor ocupación de mano de obra.
- Despolarización industrial.

BENEFICIOS:

- La culminación de este trabajo será de utilidad a las indus

trias ya formadas que deseen incrementar una nueva línea de producción, así como a los futuros inversionistas tanto del sector agrícola como industrial.

- Por las cualidades nutritivas del fruto y ante la escasez de alimentos para balancear adecuadamente la dieta diaria, es importante la industrialización de este fruto para su aprovechamiento por parte del consumidor.
- Tomando en consideración que este tipo de productos, tanto al natural como elaborado, pueden ser exportados al exterior, lo que genera el ingreso de divisas que significan un aporte a la economía del país.
- Esta investigación constituye un aporte científico de la Universidad.

1.2 TOMATE DE ARBOL

El tomate de árbol (*CYPHOMANDRA BETACEA SENDT*) es un arbolito pequeño que se desarrolla sin mucho cuidado, en los climas ligeramente medio y fríos. En Ecuador, Colombia y Perú, al igual que en otros países vecinos, se propaga casi espontáneamente dentro de las huertas caseras y se conoce con varios nombres, como pepino de árbol, tamarillo, tomate granadilla, tomate de monte, tomate cimarrón, tomate dulce y tomate de árbol, de acuerdo con la región o país.

Cuando llega al estado adulto alcanza de dos a tres metros

de altura; pertenece a la familia de las Solanáceas, tiene el tronco derecho, las hojas son grandes terminadas en punta del tipo acorazonado y las flores son blancas en su inicio y posteriormente toman una coloración rosada; los frutos son ovalados, con un color verde al comienzo de su desarrollo para finalmente tomar un color anaranjado brillante.

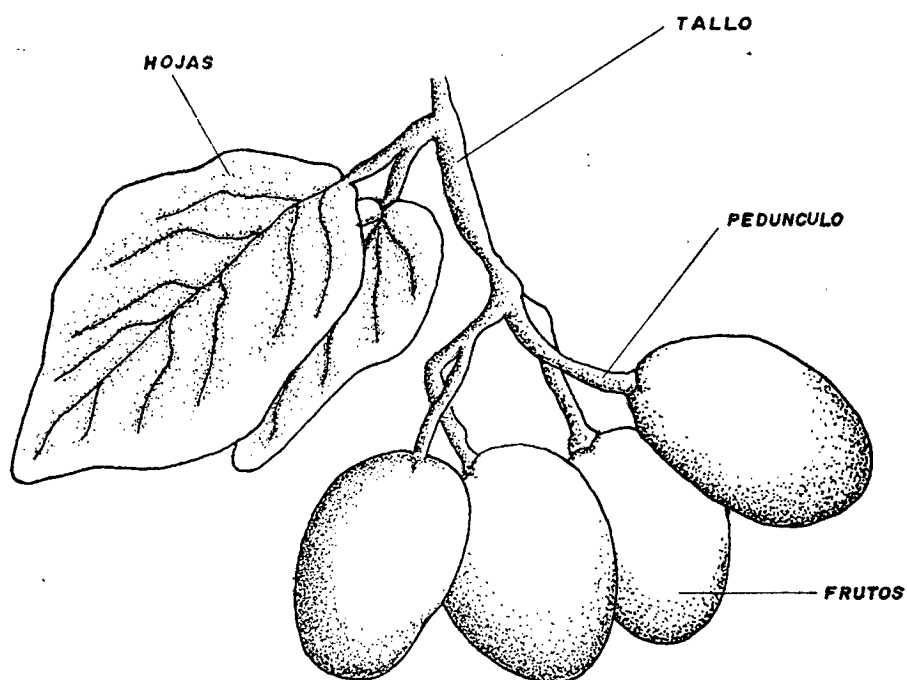


FIG. 1. RACIMO DE TOMATE DE ARBOL.

1.2.1 Composición de la Fruta

La fruta está compuesta por una delgada corteza lisa y dura de sabor amargo, bastante ácida, denominada epicarpio.

Adherido a la corteza se encuentra el mesocarpio, también llamado pulpa, la misma que es jugosa, subácida, de color anaranjado y de un aroma agradable.

Las semillas se encuentran recubiertas por una sustancia mucilaginosa, característica de este tipo de solanáceas, que también sirve como protección ante la penetración bacteriana. Esta sustancia mucilaginosa y las semillas se encuentran adheridas firmemente a un tabique central o placenta.

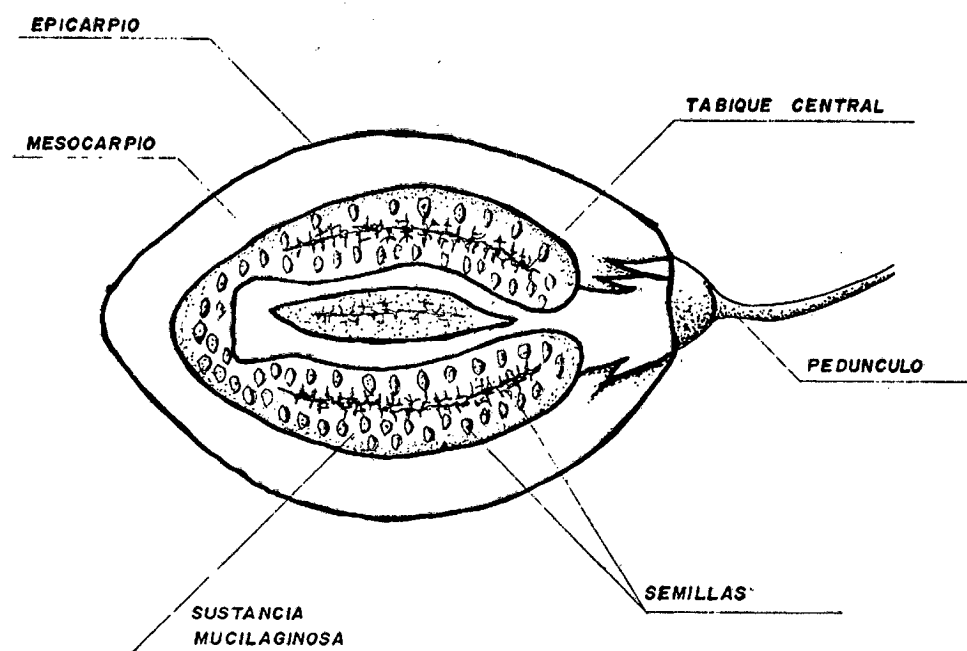


FIG. 2 CORTE LONGITUDINAL DEL TOMATE

El Instituto Nacional de Nutrición ha realizado análisis del tomate de árbol cuyos resultados publicados el año 1965 constan en la siguiente tabla:

CONTENIDO NUTRITIVO EN 100 GRAMOS

| <u>PORCIÓN</u> | <u>APROVECHABLE</u> |
|-----------------|---------------------|
| Humedad | 86.7 g |
| Calorías | 48.0 g |
| Proteína | 2.0 g |
| Extracto etéreo | 0.6 g |
| | -Totales 10.1 g |
| Carbohidratos | 1 |
| | -fibra 2.0 g |
| Cenizas | 0.6 g |
| Calcio | 9.0 mg |
| Fósforo | 41.0 mg |
| Hierro | 0.9 mg |
| Caróteno | 0.67 mg |
| Tiamina | 0.10 mg |
| Riboflavina | 0.03 mg |
| Niacina | 1.07 mg |
| Acido ascórbico | 49.00 mg |

1.2.2 Caracteres Botánicos

El tomate de árbol es una planta del reino vegetal - que pertenece al orden de las TUBIFLORAS, a la familia de las SOLANACEAS, género CYPHOMANDRA, especie BETACEA, con dos variedades - que se diferencian por el color de las hojas, de los frutos y por caracteres genéticos. Las variedades son:

- Variedad Andino: Llamada también tomate criollo, resistente al ataque de las moscas de las frutas; con hojas de color lila oscuro, cuando tiernas, tomando un color-

verde con cierta zona oscura, cuando adultas. Los frutos en la madurez son de una coloración anaranjado brillante.

- Variedad Neozelandesa: Es una variedad de tipo mejorado, desconociéndose cuales son los caracteres genéticos que le han sido alterados. Las hojas tiernas son de un color lila leve y al estado adulto son de un color verde rojizo; en la madurez los frutos toman un color rojo brillante, de corteza muy delgada y poco ácida, lo que permite el ataque continuo de las moscas de las frutas y proporciona un medio adecuado para la penetración bacteriana, lo cual ocasiona una pudrición total en el árbol o durante el almacenamiento.

La planta participa de caracteres arbustivos, alcanza de dos a tres metros de altura, el tronco es derecho con la corteza de color cenizo oscuro y a la altura de 1.50 a 1.80 metros se ramifica en tres direcciones formando un verticilo.

Las hojas son grandes, de veinticinco o más centímetros de largo y un ancho de dieciocho centímetros o más, terminadas en punta en su período inicial de crecimiento; al estado adulto de la planta disminuyen las dimensiones. Se distribuyen de manera alterna en el tallo y ramas; son cordiformes, de bordes enteros y ligeramente acuminados, pubescentes, igual que el tallo y ramas.

Las flores se agrupan en racimos que nacen en las axilas de las hojas pero a veces aparecen un poco más arriba del vértice axilar, de aroma fragante con pedicelo. Tienen pedúnculos cortos y finos, el cáliz se forma de una base en forma de campana y de cin-

co dientes agudos; la corola de cinco pétalos largos y rosados unidos por la base, miden de doce a dieciséis milímetros de diámetro. Las anteras unidas y el pistilo ocupan el centro de la flor.

El fruto es una baya, que cuelga de un pedúnculo de tres o más centímetros de largo, acumulado hacia los extremos. La longitud promedio varía entre seis y ocho centímetros, teniendo en su parte más ancha entre cuatro y cinco centímetros. El color de los frutos cambia desde verde al comienzo de su desarrollo, a morado y finalmente a un anaranjado muy vivo y brillante.

CLASIFICACION BOTANICA

| | |
|----------|---------------|
| REINO | Vegetal |
| TRONCO | Cormófitas |
| DIVISION | Angiosperma |
| CLASE | Dicotiledónea |
| ORDEN | Tubifloras |
| FAMILIA | Solanáceas |
| GENERO | Cyphomandra |
| ESPECIE | Betácea |

1.2.3 Condiciones Ecológicas

En lo que se refiere a las exigencias de clima, el tomate de árbol es una planta propia de trópicos, subtópicos y climas fríos desarrollándose en perfectas condiciones entre 1500 y 2800 metros sobre el nivel del mar, en el Ecuador. En otros países puede sembrarse desde 300 metros sobre el nivel del mar, si se siembra por debajo de este nivel su cultivo es un fracaso.

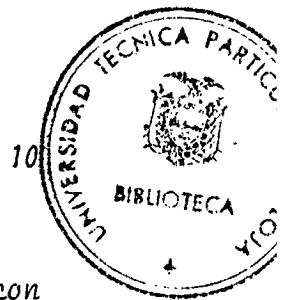
La temperatura promedio es de 14 a 21°C, pero puede resistir temperaturas de 0°C sin sufrir daños graves, siempre que sea por corto tiempo; si la temperatura baja de 0°C el follaje se quemará y si es inferior a 4°C bajo cero, se produce la destrucción de todas las hojas.

El tomate de árbol se adapta a todos los terrenos, pero su mejor desarrollo lo presenta en suelos con buen drenaje. Los encharcamientos y el exceso de agua causa pudrición en las raíces del tomate pero la falta de agua también afecta al desarrollo, al crecimiento de la planta y a la formación del fruto. Cuando la cantidad de lluvia no sea suficiente, hay que regar el cultivo; el riego puede ser corrido o por aspersión, pero el agua no debe golpear directamente sobre las flores y frutos, porque puede causar su caída.

Los vientos fuertes y frecuentes no son convenientes porque destrozan las ramas, las mismas que se lesionan fácilmente y ocasionan gran caída de flores y frutos en formación. Al establecer el cultivo, se observa en qué dirección soplan con mayor intensidad los vientos y se acostumbra establecer una cortina rompevientos para proteger la plantación. Para esta barrera se usan árboles de rápido crecimiento, buen follaje y que no requieran de mucho cuidado.

1.2.4 Condiciones de Cultivo

Se propaga el tomate de árbol de dos maneras: por semillas y por estacas, como ocurre con la mayoría de los árboles frutales.



La reproducción por semillas da árboles más vigorosos, con raíces más fuertes que resisten mejor las condiciones adversas del suelo; su producción es mayor al igual que sus años de vida.

Para que la propagación sexual o por semillas tenga éxito, se debe tener presente las características de la planta madre, del fruto y de la semilla en sí. La planta madre no tiene que ser muy vieja ni muy joven, debe estar en plena fuerza vegetativa y sana. Es necesario que el fruto se encuentre madurado en la planta, sano y en buen estado de conservación, que sea de forma adecuada, color y tamaño normal. Las semillas serán lo más uniforme posible y de buen tamaño, ya que éste influye directamente sobre el desarrollo de la planta. Después de extraídas las semillas del fruto, se lavan y secan a la sombra; es conveniente sembrar en los días siguientes al tratamiento. Cuando se quiere almacenar por un tiempo prolongado se tratará la semilla con un producto comercial y antes de sembrar es aconsejable remojar las semillas por unas doce horas a fin de acelerar el proceso de germinación, el mismo que ocurre a los doce días. Para propagar el tomate de árbol por semilla, hay que hacer un semillero y posteriormente un vivero antes de la siembra definitiva.

La reproducción por estacas o asexual permite obtener más rápidamente la producción, pero los arbolitos son pequeños de menor ciclo de vida. Para conseguir estacas de buena calidad hay que seleccionar las penúltimas ramas ya leñosas del arbolito. Las estacas se transplantan en eras de 1.2 metros de ancho con una separación de 20 centímetros en cuadro, también se puede colocarlas en bolsas de polietileno con suelo suelto y buen contenido de mate

ria orgánica. El sitio donde se enraízan las estacas tiene que permanecer con buena humedad pero no en exceso.

Una vez obtenida la planta por cualesquiera de las formas de propagación anteriormente descritas, se procede a realizar el trasplante preferentemente en época de lluvia, que es la más favorable para esta labor.

Los hoyos deben hacerse con anticipación, los cuales tendrán 40 centímetros de ancho y 50 centímetros de profundidad; al colocar el arbolito en el hoyo se debe procurar que el cuello (del arbolito) quede unos diez centímetros sobre el nivel del terreno. Preferentemente se siembra en líneas a tres metros de distancia entre las plantas dejando entre ellas una calle de cuatro metros.

Después de realizado el trasplante se efectúa un primer riego, para que las raíces tengan un mayor contacto con el suelo; este primer riego debe ser ligero. Los riegos continuarán con cierta frecuencia para asegurar una buena y uniforme humedad en el suelo.

La poda que requiere el tomate de árbol es muy liviana, solamente se eliminan los chupones del tronco y las ramas secas o que tapen demasiado el centro de la copa.

Los frutos empiezan a formarse cuando la planta tiene unos quince meses de edad y, de seis a ocho meses después están maduros. Para la cosecha generalmente se cogen manualmente, dejándole prendido su propio pedúnculo.

1.2.5 Origen, Principales Zonas de Cultivo y Rendimiento

"El tomate de árbol es nativo de los valles subtropicales altos andinos, sobre los 1500 metros de nivel del mar al sur del Ecuador, probablemente de los valles templados de la provincia de Loja y de las tierras altas del norte del Perú. En la actualidad se hallan distribuidos por todos los trópicos y subtropicos de los lugares altos del mundo y en muchos países sus cultivos son a nivel industrial como sucede en Java y otros estados asiáticos.⁽¹⁾

En el Ecuador se lo cultiva en la altiplanicie interandina y en los valles de las hoyas que se abren paso de los ramales de las cordilleras oriental y occidental. Entre las zonas de producción más importantes están las provincias de Pichincha, Tungurahua Azuay, Imbabura, Loja y Zamora.

En la provincia de Loja el cultivo del tomate de árbol se ha incrementado notablemente en los últimos tiempos, encontrándose zonas extensamente cultivadas, tales como: Zamora Huaico, Carigán, Motupe, San Lucas, Santiago, Jimbilla, Saraguro y las plantaciones experimentales de la Universidad Nacional de Loja.

No ha sido posible establecer el área cultivada, debido a la carencia de datos estadísticos e información por parte de los organismos destinados a esta función.

(¹). Información personal, Ing. Arsenio Espinosa Feijoo.

En las plantaciones anotadas, aproximadamente se calcula - que en una hectárea de terreno se puede cultivar 2000 plantas de tomate de árbol; cada planta permite cosechar diariamente un tomate, con lo cual se obtendría una producción anual de 730000 tomates.

Este cálculo se lo realiza tomando como base todo el año, a pesar de que la mayor producción se presenta durante los meses de Marzo a Julio. En los meses de Noviembre a Febrero la producción disminuye notablemente.

1.2.6 Destino y Usos de la Producción

Como anteriormente hemos mencionado la gran cantidad de producción que existe en nuestra provincia y al no tener un centro de industrialización dedicado a este fruto para diversos elaborados, el agricultor únicamente destina su producto para la venta a minoristas en los diferentes centros de mercadeo de la ciudad. - De igual manera sucede en las demás provincias que cultivan este - fruto en nuestro país.

Las amas de casa utilizan este fruto en la preparación de jugos, mitades en almibar, salsas picantes, helados y en diferentes formas en el arte culinario. También es muy apetecible como fruta fresca.

Según análisis realizados en el Laboratorio de Recursos Naturales de la Universidad Central de Quito, el tomate de árbol tiene también cualidades medicinales contra las anginas, ya sea en

aplicaciones externas, en forma de emplasto o interna, por ingestión de la fruta. El uso externo, quizá tenga su efectividad por mantener el calor con el que se aplica; mientras que la acción interna, bien puede deberse a la presencia de un gluco-alcaloide llamado Lomatina que tiene poder antibiótico.

CAPITULO II

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DEL TEMA

Del tomate de árbol (CYPHOMANDRA BETACEA SENDT) no se ha -
llegado a determinar con exactitud su lugar de origen, por existir
evidencias se afirma que es originario de los riscos andinos del
Sur del Ecuador -especialmente la provincia de Loja- y probablente
también del Norte del Perú. Su cultivo se a extendido a las zo
nas altas de Centro y Sud América, Jamaica, Puerto Rico, Haití, -
Asia Meridional; India Oriental, Nueva Guinea, Australia y Nueva -
Zelandia; ocasionalmente crece en California y Florida.

Entre sus varios nombres regionales están: tomate, tomate -
extranjero, tomate de árbol, tomate granadilla, granadilla, pix, -
caxlan pix (Guatemala); tomate de palo (Honduras); árbol de tomate,
tomate de árbol (Brasil); lima tomate, tomate de monte, sima (Bolivia)
); pepino de árbol (Colombia); tomate de árbol, tomate dulce -
(Ecuador); tomate cimarrón (Costa Rica); y, tomate francés (Venezuela,
Brasil). Estos nombres han sido recopilados por W. Popenoe
en el "Manual de frutas tropicales y subtropicales".

R.G. Hamilton en su artículo "Tree tomato culture" menciona que en 1970 o un poco antes, el nombre traducido "Tamarillo" fue adoptado en Nueva Zelandia y ha llegado a ser la designación comercial standar allí y en Haití.

D. Hay y Sons, según afirman F. Sydenham en "Tree tomato culture", introdujeron la semilla de tomate de árbol en Nueva Zelandia en 1891 y el cultivo comercial en pequeña escala empezó cerca de 1920; la escasez de frutas tropicales durante la segunda guerra mundial justificó su incremento en su nivel de producción; una campaña promocional se lanzó en 1961 con notables resultados, pues, hacia 1967 la producción anual llegó al tope de 2000 toneladas; luego de un año difícil a causa de las plagas y sequías, su cultivo continúa extendiéndose. En 1970 hubieron allí 209110 árboles en 130 hectáreas. Los embarques de frutas frescas para Australia no prosperaron mucho y las cosechas excedentes empezaron a ser usadas para procesos de elaboración de conservas. Actualmente se han incrementado notoriamente las zonas de cultivo llegando a poseer miles de árboles en producción; habiendo aumentado la exportación de fruta fresca hacia Australia y Japón, en algunos cientos de toneladas anuales.

En el mismo estudio se recomienda aplicar hasta 1 kilo de fertilizante por cada árbol, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio; en el quinto o sexto año se aconseja un trato especial de superfosfato, nitrato de sodio y sulfato de potasio. La poda se recomienda después del primer año y desde entonces, anualmente.

El Departamento Agrario de Estados Unidos recibió semillas-

de Argentina en 1913 y de Sumatra en 1926. La planta dio frutos - en la Estación de Introducción del Departamento, en California, en 1915. Aún crece casualmente en California y ocasionalmente en Florida. En Estados Unidos se vende como una rareza de plantas de interior y se cultiva en macetas. Con cuidado apropiado estos frutos crecen en los invernaderos del Norte, esta información se obtuvo del artículo "The tree tomato California rare fruit growers yearbook" de M. B. Fisch.

W. L. Martindale en su investigación "Tomatoes from a tree" publicó que: el árbol de tomate requiere suelo fértil y suave con buen drenaje pues aún cuando el agua permanezca pocos días, puede destruir el árbol; en Haití crece bien en suelos de arcilla profunda.

La señora Julia F. Morton en su estudio "The tree tomato, or tamarillo, a fast-growing, early-fruiting small tree for subtropical climates", describe al tomate de árbol como una planta pequeña medio leñosa, atractiva, de rápido crecimiento, frágil, de raíces pequeñas y poco profundas, de frutos suaves, en forma de huevo puntiagudos en los extremos; el color de la piel puede ser púrpura - profundo, rojo sangre, anaranjado, amarillo o rojo y amarillo y el color puede ser tenue u obscuro; el color de la pulpa varía por lo tanto de rojo anaranjado o anaranjado a amarillo. Mientras que la piel es un poco dura y de sabor desagradable, la capa exterior de la pulpa es ligeramente firme, dulce y jugosa y la pulpa de los alrededores de la semilla es suave, jugosa, subácida, fragante; en los frutos rojos o púrpura, esto es negro, amarillo en los amarillos y anaranjado en los anaranjados.

Como se puede apreciar, sólo hemos podido recopilar informa
ción sobre generalidades y cultivo del tomate de árbol; en ninguno
de los Bancos de Datos consultados en otros países se ha podido en
contrar información sobre formas de industrialización de tomate de
árbol.

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 ESPECIE Y VARIEDAD A ENSAYAR

Debido a las reducidas variedades de tomate de árbol en nuestro medio, para realizar el presente trabajo hemos analizado cuidadosamente las variedades cultivadas, encontrando en cada una las siguientes características:

- Variedad Neozelandeza
 - a. Su cultivo es muy reducido en nuestro país.
 - b. Por tener su corteza muy delgada y poco ácida, es muy susceptible al ataque de la mosca de las frutas.
 - c. Debido a las condiciones de la corteza, su manejo y transporte son difíciles.
 - d. No es muy aceptado por el consumidor.
 - e. La pulpa extraída presenta una coloración rojo oscuro desagradable.



Variedad Andino

- a. Su cultivo es de gran escala en nuestra provincia y país.
- b. Resistente al ataque de la mosca de las frutas, por tener una corteza dura y muy ácida.
- c. Presenta gran facilidad al manejo y transporte, sin que se dañen sus características externas e internas.
- d. Tiene mayor aceptación por el consumidor.
- e. La pulpa extraída presenta una coloración anaranjada característica del tomate y un aroma agradable.

Tomando en consideración las características anteriormente expuestas, hemos llegado a determinar, como la más adecuada, la variedad "ANDINO" denominada también "TAMARILLO", perteneciente a la familia de las SOLANACEAS, genero CYPHOMANDRA y especie BETACEA.

3.2 GRADO DE MADUREZ OPTIMO PARA EL PROCESADO

Para poder determinar el grado óptimo de madurez del fruto, tenemos que empezar dando alguna idea sobre la recolección del fruto, selección de la época adecuada para la cosecha y cambios que experimentan los frutos durante la maduración.

"La recolección de los frutos debe hacerse con precaución - ya que de su buena ejecución dependerán todas las demás condiciones, que al reunirse los harán aptos para la conservación y el transporte".⁽²⁾

²Countanceau, M. 1965. 510.

Los fructicultores al realizar la recolección del tomate de árbol y no poseer una técnica adecuada, golpean demasiado los frutos situados en las partes superiores del árbol, lo que además de hacerlos caer en forma brusca les ocasiona magulladuras que son perjudiciales para los frutos porque deprecian su aspecto y sobre todo, son la entrada de infecciones que originan su descomposición acelerada, lo que afecta el grado final de madurez. Estas alteraciones son, a veces, rápidas en los frutos tomados en la época de verano, ya que maduran en altas temperaturas lo que favorece la evolución de los parásitos. Hay que tomar en cuenta, al momento de la recolección, evitar tomar los frutos cuando estén húmedos debido al rocío, lloviznas o lluvias continuas, porque ocasionan una pudrición completa durante el almacenamiento.

El problema fundamental que se plantea a los fructicultores y almacenistas de frutos es, sin duda alguna, la determinación de la época y demás condiciones en que debe procederse a la selección y recogida de la cosecha para que al final del período de conservación, el fruto haya adquirido sus más valiosos caracteres orgánicos y, al mismo tiempo, ese lapso de tiempo sea el más amplio posible y se logre con un mínimo de pérdidas ocasionadas por las distintas perturbaciones a que los frutos están sujetos.

"El problema es indudablemente, uno de los que implica mayor dificultad a todos aquellos que se presentan en una explotación, puesto que los factores a tomar en cuenta son muy variados y de muy distinta índole, y más aún lo son las interacciones que entre ellos se produzcan. Lógicamente, la solución válida para una singular variedad no se puede aplicar, por regla general a otra, ya

que cada una de ellas aún dentro de la misma especie, tiene una ejecutoria propia y los índices que pueden establecerse para una no tiene validez para otra" (3)

El término maduración se utiliza indiferentemente para designar el estado de un fruto apto para ser recolectado y para el de un fruto que cumpla las características exigidas por el consumidor. Por lo tanto, es necesario distinguir dos clases de maduración:

- a. Madurez de recolección: Corresponde al momento en que la recolección debe realizarse para que el fruto evolucione normalmente y adquiera sus cualidades totales.
- b. Madurez degustativa: Período durante el cual las cualidades organolépticas alcanzan su máximo valor.

Algunos agrónomos designan bajo el nombre de "PREMADUREZ" la maduración de recogida o recolección y de "MADUREZ" una vez que haya pasado el período de evolución del fruto después de su recolección. Además se divide en cuatro fases el período de madurez de recolección:

- a₁. Principios de premadurez.- La conservación es fácil, pero el fruto no alcanza sus mejores cualidades, no debe empezarse la recolección en esta fase.

(3). Martínez Aporta, Felipe. 1977. 212.

- a_2 : Premadurez óptima: Los frutos en esta fase adquieren el máximo valor y sufren el mínimo de accidentes durante la fase de recolección.
- a_3 : Premadurez ligeramente pasada: La conservación de los frutos recogidos en estas condiciones es más difícil, se observan accidentes los frutos son menos sabrosos en la degustación.
- a_4 : Sobremadurez: Los tomates recogidos demasiado tarde se conservan mal y no alcanzan nunca una calidad satisfactoria.

Por lo anteriormente expuesto, la recolección del fruto debe realizarse antes de la madurez, de manera que las manipulaciones de acondicionamiento y las demoras en el transporte no constituyen el peligro de ocasionar una sobremaduración que se produciría, por exceso de madurez o por descomposición.

En el momento de la recolección, al separar los frutos de su planta originaria, sus tejidos experimentan una interrupción - en el suministro normal de agua, minerales y, en algunas ocasiones, de productos orgánicos simples del metabolismo que hubiesen sido transmitidos normalmente a ellos desde otras regiones de la planta.

"Sin embargo, los tejidos continúan siendo capaces de llevar a cabo una gran variedad de transformaciones metabólicas entre los componentes orgánicos que contenían. Son capaces asimismo de perder agua al continuar con normalidad los procesos de transpiración en los órganos aéreos, así como, mediante la evapo-

ración a través de superficies que, en las plantas intactas, no pierden humedad normalmente" (4)

Las modificaciones internas de la composición del fruto durante la maduración son innumerables y únicamente nos ocuparemos de las más importantes:

- Almidón: El almidón se transforma en azúcares solubles, esta evolución empieza en la zona vecina al pedúnculo y al centro, y gana la periferia del fruto progresivamente.
- Azúcares: El contenido en azúcares aumenta progresivamente hasta cierto nivel, después, por una oxidación más o menos completa y según diversos procesos, estos azúcares son completamente oxidados o transformados en alcohol o etileno.
- Ácidos: En la mayoría de las frutas disminuye generalmente su contenido total de ácidos orgánicos durante y después del proceso de maduración. Por consiguiente, se produce corrientemente un descenso de la acidez durante la maduración. Los ácidos pueden oxidarse, dando de esta manera agua y anhídrido carbónico o combinándose de la misma manera con el alcohol procedente de los azúcares para formar los ésteres que dan el olor a los frutos. Los ácidos más frecuentes son: el ácido málico, tartárico y el cítrico.

(4). Duckworth, R. B. 1968. 74.

- **Tanino:** El tanino desaparece paulatinamente por oxidación dando anhídrido carbónico y agua. El total de tanino no desaparece, a veces, en la fase de la madurez de - gustativa. El tanino, por oxidación, es el responsable del bronceamiento de los frutos partidos.

- **Sustancias péclicas:** Uno de los cambios más tangibles que experimentan las frutas al madurar, consiste en su reblandecimiento, asociado con la solubilización progresiva y despolimerización de las sustancias - péclicas. Es probable que la protopectina, forma insolu - ble nativa de la pectina, se torne soluble bajo la acción - enzimática; las pectinas solubles son modificadas y despo - limerizadas posteriormente bajo la acción de enzimas.

- **Pigmentos:** La alteración del color de los frutos suele - constituir el cambio más aparente que tiene lu - gar durante su maduración. Este cambio va asociado casi - invariablemente con la síntesis de algunos pigmentos, aun - que en la mayoría de las ocasiones la destrucción de la - clorofila ejerce una influencia notable sobre los cambios - de color; la clorofila enmascara fácilmente la coloración - propia de los carotenoides.

Una vez que se conocen los cambios fisiológicos que experi - mentan los frutos después de ser separados de la planta, vamos a realizar un estudio comparativo entre frutos de diferentes grados de madurez tomados de la planta el mismo día y de frutos madura - dos progresivamente durante catorce días.

El Ing. Gonzalo Muñoz Jefe del Departamento de Horticultura de la Universidad Nacional de Loja, realiza estudios sobre el cultivo del tomate de árbol y clasifica su grado de madurez, de acuerdo a la coloración que toman los tomates conforme avanza la maduración, mientras permanecen en la planta. A continuación se menciona la escala por numeración y coloración equivalente:

| | | |
|-------|-----------------|------------------------------------|
| 1/2 | de madurez..... | Tomate color verde brillante |
| 3/4 | de madurez..... | Tomate color verdoso |
| 13/16 | de madurez..... | Tomate de color pardo verdoso |
| 7/8 | de madurez..... | Tomate de color pardo |
| 15/16 | de madurez..... | Tomate de color pardo rojizo |
| 31/32 | de madurez..... | Tomate de color amarillento-claro. |
| 1 | de madurez..... | Tomate color anaranjado brillante. |

Al momento de la recolección es aconsejable tomar de la planta los tomates desde 7/8 de madurez, para que fuera de la misma el fruto siga transformándose fisiológicamente hasta llegar a la maduración total.

TABLA 1

ANALISIS REALIZADOS EN TOMATES DE ARBOL EN EL
MISMO DIA DE LA RECOLECCION

| COLORACION DEL TOMATE DE ARBOL | B | INDICE REFRACC. | °BRIX | ACIDEZ TOTAL % | INDICE DE MADUREZ | pH |
|--------------------------------|-------|-----------------|---------|----------------|-------------------|------|
| Verdoso | 3/4 | 1.3442 | 7.4925 | 2.3482 | 3.1907 | 3.47 |
| Pardo verdoso | 13/16 | 1.3462 | 8.8050 | 2.1417 | 4.1112 | 3.50 |
| Pardo | 7/8 | 1.3481 | 10.0248 | 1.8439 | 5.4370 | 3.53 |
| Pardo rojizo | 15/16 | 1.3489 | 10.5575 | 1.6245 | 6.4989 | 3.59 |
| Anaranjado brillante | 1 | 1.3499 | 11.1411 | 1.2287 | 9.0673 | 3.71 |

B = Escala por coloración del tomate.

TABLA 2

ANALISIS DE TOMATES DE ARBOL DE 7/8 DESDE EL DIA
DE RECOLECCION HASTA CATORCE DIAS DE MADUREZ

| A | B | COLORACION DEL TOMATE DE ARBOL | INDICE DE REFRAC. | °BRIX | ACIDEZ TOTAL % | INDICE DE MADUREZ | pH |
|----|-------|--------------------------------|-------------------|---------|----------------|-------------------|------|
| 2 | 7/8 | Pardo | 1.3470 | 9.2956 | 1.9894 | 4.6749 | 3.50 |
| 4 | 15/16 | Pardo rojizo | 1.3479 | 10.0472 | 1.8822 | 5.3390 | 3.52 |
| 6 | 31/32 | Rojizo anaranj. | 1.3506 | 11.7966 | 1.1592 | 10.1765 | 3.59 |
| 7 | 31/32 | Rojizo anaranj. | 1.3507 | 11.8582 | 0.9771 | 12.1361 | 3.63 |
| 8 | 31/32 | Rojizo anaran. | 1.3495 | 11.0800 | 0.9034 | 12.2647 | 3.65 |
| 11 | 31/32 | Rojizo anaranj. | 1.3490 | 10.7905 | 0.8778 | 12.2926 | 3.68 |
| 14 | 63/64 | Anaranjado clar. | 1.3487 | 10.5878 | 0.7237 | 14.6300 | 3.72 |

A = Días después de cosechados

B = Escala por coloración del tomate.

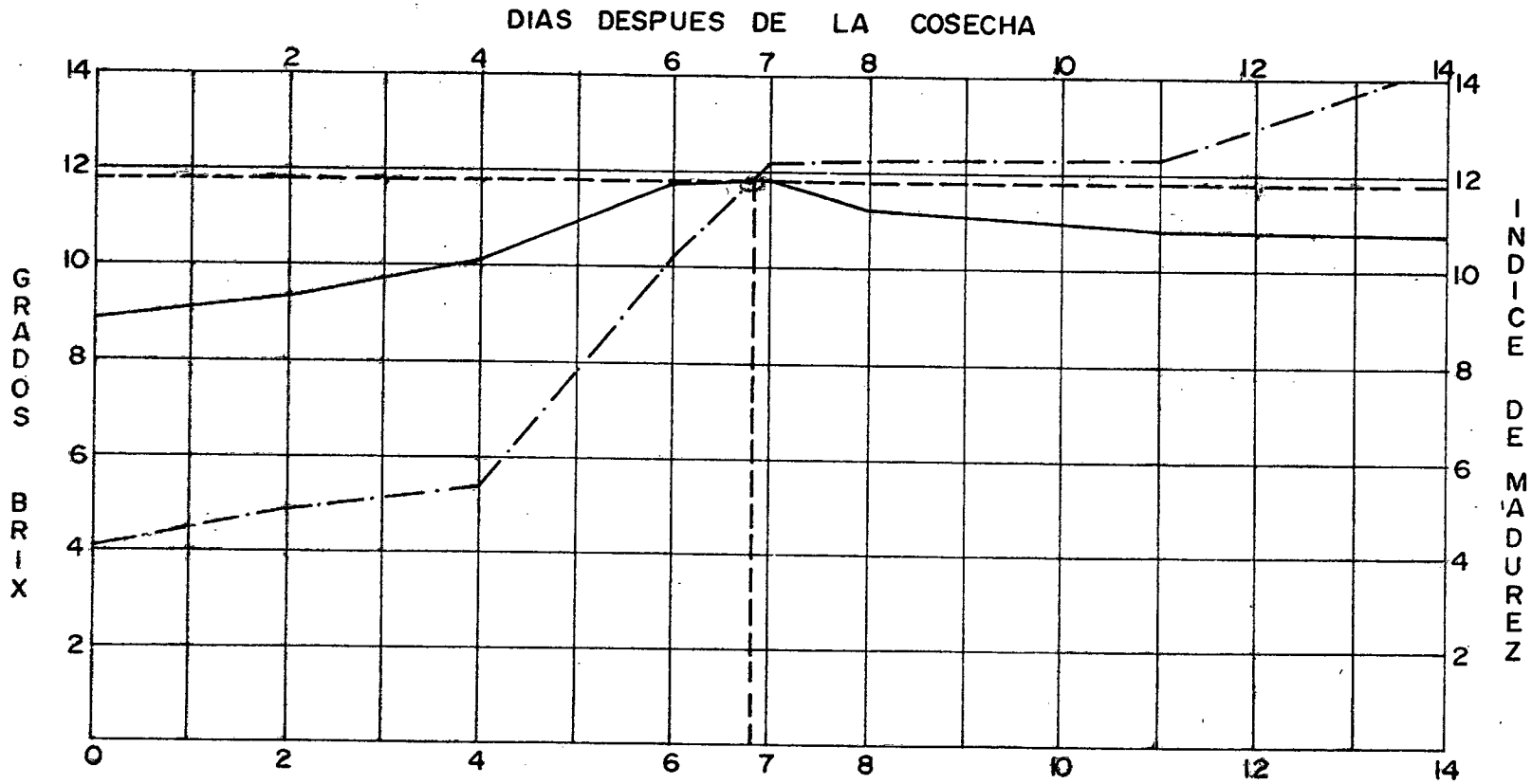
De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que, cuando los tomates permanecen en la planta, no tienen las mismas características que una vez cosechados; por lo tanto, explicaremos las diferencias más sobresalientes:

Quando los tomates permanecen en la planta, al llegar al óptimo de madurez, toman una coloración anaranjado brillante lo que no llega a suceder cuando la maduración se realiza fuera de la planta.

Los azúcares van aumentando progresivamente hasta cierto límite, para luego disminuir en pequeñas cantidades; esto se lo puede comprobar en tomates madurados fuera de la planta, no así cuando los tomates maduraron en la planta, porque al momento de cosecharlos se encuentran con distintos grados de madurez.

La aplicación de la relación Grados brix/acidez, en la determinación del índice de madurez del tomate de árbol, proporciona el rango óptimo para poder seleccionar los frutos de acuerdo a su madurez. Por los resultados expuestos en la tabla 2, se considera que el tomate de árbol está en condiciones óptimas para su industrialización, cuando el índice de madurez fluctúa entre 10 y 12, esto es, entre los seis y siete días después de ser cosechados, partiendo de 7/8 de madurez.

Para encontrar el valor exacto del índice de madurez óptima se realizó el gráfico 1, en el que intervinieron como variables el índice de madurez, grados brix y días después de la cosecha; del análisis del gráfico mencionado se concluye que, el valor óptimo



INDICE DE MADUREZ : - · - · -
 GRADOS BRIX : —————
 OPTIMO DE MADUREZ : - - - - -

GRAFICO DE INDICE DE MADUREZ

del índice de madurez es 11.9.

3.3 ANALISIS FISICOS, QUIMICOS Y ORGANOLEPTICOS

3.3.1 Análisis Físicos

Los análisis físicos determinan los caracteres externos de los frutos, tales como la textura y la resistencia a la manipulación a la que estarán sometidos durante la recolección, empaque, transporte y posteriores tratamientos durante la industrialización. Precisan también características que demuestren que los frutos darán un elevado rendimiento en jugo, para lo que se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- La relación peso del producto para la cantidad de producto-obtenido.
- Porcentaje de semilla.
- Porcentaje de pulpa
- Porcentaje de corteza

Los análisis se realizaron en el laboratorio, mediante la secuencia que se describe en la tabla 3, tomando en consideración muestras de seis unidades, por considerarlas representativas de la población; en la misma tabla se incluyen los resultados totales y la media aritmética respectiva.

T A B L A # 3

| A | | LONGITUD cm | ANCHO cm | RELACION L/A | PESO TOTAL g | COLOR DEL FRUTO | CORTEZA g | PULPA g | COLOR DE LA PULPA | SEMILLA g | RESIDUOS g | DENSIDAD RELATIVA g/cm ² |
|----|---------------------|----------------|---------------|------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|---|
| 2 | \bar{X} x % | 38.21 6.36 | 26.66 4.44 | 1.4324 1.4324 | 369.3061 61.5510 100.00 | PARDO | 55.8398 9.3066 15.12 | 256.86 42.81 69.56 | AMARILLENTO VERDOSO | 18.3 3.05 4.95 | 32.10 5.35 8.69 | 0.9817 |
| 4 | \bar{X} x % | 37.58 6.26 | 27.28 4.54 | 1.3775 1.3775 | 354.0738 59.0125 100.00 | PARDO ROJIZO | 48.1252 8.0208 13.59 | 251.46 41.91 71.02 | AMARILLENTO | 19.1 3.18 5.38 | 29.89 4.99 8.45 | 0.9860 |
| 6 | \bar{X} x % | 36.78 6.13 | 26.94 4.49 | 1.3752 1.3752 | 352.0522 58.6753 100.00 | ROJIZO ANARANJADO | 41.0002 6.8336 11.64 | 261.00 43.50 74.14 | ANARANJADO | 19.8 4.3 5.62 | 31.6 5.26 8.96 | 0.9987 |
| 7 | \bar{X} x % | 37.11 6.16 | 25.57 4.26 | 1.4513 1.4513 | 380.6506 63.4417 100.00 | ROJIZO ANARANJADO | 45.9454 7.6575 12.07 | 280.38 46.73 73.66 | ANARANJADO | 20.8 3.46 5.45 | 32.8 5.46 8.69 | 0.9993 |
| 8 | \bar{X} x % | 38.43 6.40 | 27.99 4.66 | 1.3729 1.3729 | 334.9738 55.8289 100.00 | ROJIZO ANARANJADO | 36.9585 6.1597 11.03 | 250.38 41.73 74.75 | ANARANJADO | 16.1 3.68 6.59 | 29.25 4.875 10.52 | 1.0015 |
| 11 | \bar{X} x % | 37.61 6.26 | 27.0 4.5 | 1.3925 1.3925 | 401.41 66.9016 100.00 | ANARANJADO BRILLANTE | 37.207 6.201 9.269 | 294.36 49.06 73.33 | ANARANJADO INTENSO | 21.6 3.6 5.38 | 34.98 5.83 8.39 | 1.0076 |
| 14 | \bar{X} x % | 37.94 6.32 | 27.34 4.55 | 1.3877 1.3877 | 394.0825 65.6804 100.00 | ANARANJADO BRILLANTE | 37.6320 6.272 10.50 | 282.33 47.05 71.63 | ANARANJADO INTENSO | 19.9 3.31 5.04 | 30.52 5.08 7.73 | 1.0196 |

\bar{X} = Total = Muestra de seis frutos
 $\frac{\bar{X}}{x}$ = Media aritmética = Promedio de un fruto.

3.2.2 Análisis Químicos

Los análisis químicos determinan la composición química del jugo natural, lo que permitirá precisar el tratamiento tecnológico adecuado que deberá otorgársele para su industrialización, que mantenga en el producto terminado las mismas características del jugo natural y conocer las condiciones ideales que hagan al producto final apto para conservarse por largo tiempo en condiciones óptimas de calidad. Estos caracteres están determinados por:

- pH
- Acidez total
- Sólidos solubles
- Índice de madurez
- Sólidos totales
- Actividad enzimática
- Humedad
- Pectina

Es preciso conocer también las cualidades nutritivas del jugo natural, que beneficiarán la calidad del producto final para la aceptación por parte del consumidor. Estos análisis están dados por:

- Proteína
- Vitamina C (ácido ascórbico)
- Minerales

Los resultados de las pruebas anteriormente descritas se realizaron en jugo correspondiente a seis unidades de frutos frescos y se detallan en las tablas adjuntas:

TABLA 4

| A | HUMEDAD % | SOLIDOS TOTALES % | °BRIX | ACIDEZ TOTAL % | INDICE DE MADUREZ | pH |
|----|--------------|-------------------------|---------|----------------------|----------------------|------|
| 2 | 87.9741 | 12.0258 | 9.2956 | 1.9894 | 4.6749 | 3.50 |
| 4 | 87.2445 | 12.7555 | 10.0472 | 1.8822 | 5.3380 | 3.52 |
| 6 | 86.3334 | 13.6665 | 11.7966 | 1.1592 | 10.1765 | 3.59 |
| 7 | 86.2531 | 13.7469 | 11.8582 | 0.9771 | 12.1361 | 3.63 |
| 8 | 86.1424 | 13.8576 | 11.0800 | 0.9034 | 12.2647 | 3.65 |
| 11 | 86.0955 | 13.9045 | 10.7905 | 0.8778 | 12.2926 | 3.68 |
| 14 | 85.9678 | 14.0322 | 10.5878 | 0.7237 | 14.6300 | 3.72 |

A = Días después de la cosecha.

TABLA 5

| A | ACIDO ASCORBICO mg/100 g | PECTINA % Pecta- to Cálculo | ACTIVIDAD ENZIMATICA * | PROTEINA % |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------|
| 2 | 47.3690 | 1.508 | 0.224 | 1.5360 |
| 4 | 49.5227 | 1.596 | 0.465 | 1.7710 |
| 6 | 56.2354 | 1.601 | 0.628 | 1.8570 |
| 7 | 60.5091 | 1.695 | 0.765 | 1.9575 |
| 8 | 63.9700 | 1.738 | 0.837 | 1.9684 |
| 11 | 43.1332 | 1.856 | 0.983 | 1.9933 |
| 14 | 40.2887 | 1.932 | 1.088 | 2.0172 |

A = Días después de la cosecha

* = $\frac{\text{mg de metoxilo descompuesto}}{\text{l ml de disolución de enzima}}$

Las frutas cítricas son mejor conocidas como fuentes naturales de ácido ascórbico, el cual aumenta progresivamente durante el período de maduración, cuando han sido cosechadas en 7/8 de madurez. Como se desprende de los resultados obtenidos, el aumento es realmente significativo hasta que los tomates alcanzan alrededor de 31/32 de madurez y presentan color rojizo anaranjado, esto es ocho días después de la cosecha. A partir de este día, el ácido ascórbico empieza a degradarse a causa de los grandes cambios fisiológicos especialmente en color y sabor, que tienen lugar durante el almacenamiento; además, esta pérdida es debida a la oxidación por la presencia de oxígeno y/o trazas de algunos metales; la oxidación tiene lugar cuando el grado de incremento de pH es elevado, para primero formar ácido-dehidro-ascórbico fisiológicamente activo en estado reversible.

Las pectinas son sustancias muy importantes y de gran interés en el campo de la tecnología de alimentos. El nombre de pectina, abarca el grupo de sustancias pécticas que se encuentran en los espacios intercelulares de los tejidos vegetales. En las frutas, se forman con frecuencia pectinas en grandes proporciones y especialmente en el caso del tomate de árbol en cuyos tejidos se encuentran cantidades muy elevadas de pectina, en relación con otras frutas. De los resultados obtenidos en las experiencias realizadas durante la elaboración de productos derivados del tomate de árbol se deduce que, cuando éste se encuentra entre el sexto y séptimo día de madurez después de la cosecha, la pectina que contiene es de buena calidad; a medida que transcurre la maduración y se aumentan los días de almacenamiento se va produciendo una mayor cantidad de pectina soluble en presencia de agua.

Por lo dicho anteriormente se confirma que, mientras avanza la madurez, existe una desmetoxilación, lo que da lugar a una pectina de inferior calidad.

El principal cambio que se produce en los compuestos nitrogenados al madurar las frutas, es el equilibrio existente entre el nitrógeno proteico y no proteico. Un aumento en la síntesis de las proteínas va asociado con el climaterio. Esta formación de proteínas nuevas se realiza a expensas de los aminoácidos libres existentes, cuya cuantía desciende simultáneamente ⁽⁵⁾. Por lo expuesto se confirman los resultados de porcentaje de proteína obtenidos en tomates de árbol; pero, se observa también que durante el envejecimiento del fruto se producen pérdidas progresivas de proteína.

El contenido de minerales es muy importante para balancear adecuadamente la dieta diaria. Los componentes minerales más abundantes en las frutas y verduras son: potasio, calcio, magnesio, hierro, azufre, fósforo y nitrógeno junto con otros elementos como el sodio y silicio que aunque no se encuentran presentes mayormente en los frutos abundan en los suelos. La carencia de minerales en la alimentación produce enfermedades características como raquitismo, osteomalacia, anemias, etc.

Como se observa en el resultado de la tabla 6, el contenido de minerales presentes en el tomate de árbol es altamente significativo, por lo que se considera a esta fruta de gran valor en la alimentación.

(⁵). Duckworth, R. B. 1968. 98.

TABLA 6

| K | Ca | P | Mg | Fe | Na |
|-------|-------|------|------|------|------|
| 144,7 | 12.02 | 9.04 | 2.35 | 1.47 | 0.12 |

Todas las cantidades están expresadas en mg/100 g.

3.3.3 Análisis Organolépticos

La calidad es una propiedad muy compleja que puede definirse como los atributos que se combinan para hacer que las frutas sean aceptables, deseables y nutritivamente valiosas. En consecuencia el análisis organoléptico, es un importante aspecto para evaluar la calidad de las frutas, cuyas propiedades se aprecian normalmente a través de los sentidos del hombre.

3.3.3.1 Color

La coloración es una característica que puede detectarse fácilmente a simple vista. Se ha determinado que la pulpa de tomate de árbol es de color anaranjado, característico de dicho fruto.

3.3.3.2 Sabor

La sapidez es una característica producida en gran parte por el estímulo químico del gusto y el olfato, cuyas sensaciones proporcionan el aspecto dominante de todos los atributos de calidad. Las sensaciones del gusto son provocadas -

por determinados componentes solubles de las frutas que llegan a través de la saliva; es un sentido relativamente simple que provoca solamente cuatro tipos de sensaciones -dulces, salados, ácidos y amargos-. La pulpa de tomate de árbol es de sabor ácido y característico del fruto.

3.3.3.3 Aroma

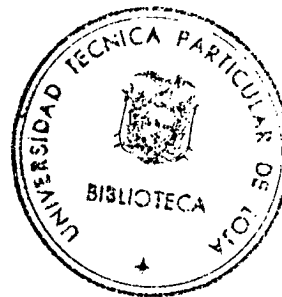
La sensación de aroma ejerce la principal contribución a la característica total de la sapidez. Son los compuestos volátiles del fruto los que estimulan a los receptores del epitelio olfativo. La pulpa de tomate de árbol tiene el olor típico del fruto del mismo nombre.

3.4 ELABORACION DE NECTAR

3.4.1 Conceptos Generales

La producción y preservación de néctares de fruta, obtenidos de la mezcla de jugo y pulpa de frutas son de gran importancia comercial. Muchos jugos de frutas son de sabor fuertemente ácidos para ser una bebida agradable sin diluir, mezclar o ambos a la vez. A menudo estos jugos de fuerte sabor agridulce son deliciosos después de diluir con almibar (jarabe) o jugo blando. Otra manera de reelaborar varios jugos que no tienen suficiente sabor, es adicionando frutas enteras con la excepción de la piel y semillas para convertirlos en una bebida de pulpa fluída, con lo que son intensamente mejorados.

El término "NECTAR DE FRUTAS" es usado por la industria para



designar a la mezcla de pulpa y jugos de frutas con jarabe de azúcar y ácido cítrico, para producir bebidas listas para tomar ⁽⁶⁾. Estas bebidas aunque son semejantes en el sabor a un jugo de frutas, no pueden ser llamadas como tales por la adición de agua, - azúcar y ácido.

Los néctares contienen no menos del 40 % de pulpa, jugo o concentrado, excepto cuando se especifica de otra manera, como se indica a continuación: manzanas, duraznos (35%); moras, cerezas, guayaba (25 %); zarzamora, mango, papaya (33 %), albaricoque, pera, uva (40%). ⁽⁷⁾

Para mejorar el sabor de los néctares se utilizan dulcificantes tales como: azúcar, jarabe de azúcar invertido, jarabe de maíz, jarabe de glucosa, etc. Los ingredientes opcionales son : jugo de limón, ácido cítrico, málico y/o fumárico con acidificantes; y, ácido ascórbico como un antioxidante (150 ppm). O como una vitamina (30 a 60 mg). También puede añadirse esencias para intensificar el sabor natural de la fruta.

Generalmente un néctar de buena calidad tiene una concentración final entre 13 y 20 °Brix. Además debe conseguirse una acidez total de producto terminado de 1 a 2.2 % y un pH (acidez parcial) entre 3.4 y 4.2. ⁽⁸⁾

En algunos procesos industriales de elaboración de néctar-

(6) (8). Nelson, Philip. Tressler, Donald. 1981. 436, 482.

(7). Heid, J. L. Joslyn, M.A. 1964. 191.

se utilizan ciertos aditivos químicos para asegurar su conservación durante un mayor tiempo, entre estos podemos citar: sales de ácido benzoico, algunos derivados de benzoato, ácido sulfuroso y sus sales, actualmente se ha extendido el uso del ácido sórbico.

Los néctares proporcionan una salida para la fruta muy madura, la cual no sería satisfactoria para la elaboración de mermeladas o frutas en almibar porque no resistirían el procesamiento. La mayor parte de frutas empleadas para néctares son maduradas en el árbol frutal; también se pueden utilizar frutas frescas o congeladas, pero no es aconsejable utilizar frutas en conserva ya que han sufrido una degradación en el sabor y color, por lo tanto el producto final quedaría disminuido en su calidad.

3.4.2 Tecnología Aplicada con y sin el uso de Aditivos Químicos

3.4.2.1 Tratamientos preparatorios

Durante la preparación para la elaboración industrial se realizan diversas operaciones, las mismas que dependen de las condiciones del fruto sometido a procesamiento. En el caso del tomate de árbol, la serie de tratamientos a seguirse es la misma, cuando se procesa con y sin el uso de aditivos químicos. Estos tratamientos se describen a continuación:

- RECEPCION: La materia prima se receipta embalada en caja de madera; este producto deberá encontrarse en buenas condiciones especialmente en forma, tamaño y condiciones físicas.

- **PESADO:** Se pesan los tomates de árbol en una balanza de plato con marcador tipo reloj; este peso se utilizará en controles posteriores.

- **LAVADO Y SELECCIÓN:** Las frutas que llegan para ser industrializadas suelen estar contaminadas con tierra y otras materias extrañas, las mismas que deberán ser eliminadas para producir artículos de buena calidad.

La primera operación a que se someten los tomates de árbol es el lavado con agua fría y separación manual del pedúnculo; para luego proceder a una selección minuciosa de tipo manual, tomando en cuenta su coloración, magulladuras y deformaciones de los frutos.

- **ESCALDADO O BLANCHING:** Consiste en un tratamiento térmico de corta duración, por inmersión del producto en agua a una temperatura de 93°C o mediante aplicación de vapor húmedo durante 2 a 4 minutos. La temperatura aplicada y la duración dependen de la especie, de su estado de madurez y de su tamaño.

En el caso específico del tomate de árbol, el objetivo principal del escaldado es reblandecer la piel antes de proceder a la operación del pelado. Además de esta aplicación especial hay otras razones tales como: disminución de la carga microbiana de la superficie de los frutos, entre otras.

Antes de pasar a la operación siguiente, los tomates recién-escaldados se introducen en agua fría con el objeto de facilitar la separación de la piel.

- **PELADO Y TROCEADO:** Se lo realiza manualmente desprendiendo la piel y posteriormente se trocea el tomate.
- **PRECOCCION:** Esta se efectúa en ollas de doble camisa accionadas con vapor por un lapso de 4 a 8 minutos, tiempo que varía en función del grado de madurez de la fruta.

Durante esta operación se inactivan enzimas para mejorar la calidad del producto, acentuar su color, ablandar el producto para una mejor extracción de la pulpa, se elimina el gas ocluido el cual puede dar lugar a procesos de oxidación y acelerar la corrosión interna en envases de hojalata, y desarrollar el sabor característico del fruto.

3.4.2.2 Extracción de la Pulpa

La pulpa precocida pasa a un despulpador en donde se hace la separación entre la pulpa y las semillas. Es recomendable trabajar con un despulpador que tenga un tamiz de malla fina, para evitar que las semillas se mezclen con la pulpa, especialmente en productos que como el tomate de árbol tienen semillas pequeñas.

3.4.2.3 Tamizado

El tamizado se lo realiza en cribas con malla de diámetro muy pequeño, con la finalidad de obtener una pulpa uniforme y más fina.

3.4.2.4 Formulaciones

Para la elaboración de néctar se utiliza pulpa de frutas, ácido cítrico, cuando se desea adicionar conservantes químicos se usa los admitidos por la legislación de cada país y como dulcificante se utiliza jarabe de azúcar, elaborado con azúcar comercial y cuya concentración está en función de los grados brix de la pulpa y de los brix finales a los que se desea obtener el néctar.

El jarabe a más de proporcionar un sabor agradable, juega un papel de singular importancia en la preservación del alimento frente a la acción microbiana, ya que inhibe la propagación de éstos mediante el proceso denominado "Plasmólisis" (⁸)

Para el cálculo de la concentración del jarabe se utiliza la siguiente fórmula:

$$A \times a + B \times b = N \times w$$

Donde:

A = peso de la fruta

a = grados brix de la fruta

B = peso del jarabe

b = grados brix del jarabe

N = peso neto

w = grados brix finales del néctar.

(⁸). Weiser, H' 1981. 234.

Con las consideraciones anteriores y para obtener una fórmula de néctar de excelente calidad tanto en lo que se refiere a palatibilidad, al aroma típico de la fruta fresca así como al grado de acidez final y mejores condiciones de conservación, se realizaron diversas pruebas de elaboración las cuales fueron sometidas a cataciones organolépticas, tomando muestras representativas de la población para elegir la de mayor aceptación.

- PRUEBA 1:

Se elaboraron néctares de 15 °brix de concentración final, de diferentes porcentajes de contenido de pulpa y de jarabe, con la finalidad de elegir la proporción adecuada entre estos dos parámetros.

TABLA 7

| | PARTES PULPA: JARABE | PORCENTAJE PULPA - JARABE | °BRIX FINALES | RESULTADOS DE LAS CATAS (%) | |
|---|-------------------------|------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|
| | | | | PALATIBILIDAD | INT. AROMA |
| A | 1 : 1 | 50 - 50 | 15 | 31.42 | 33.33 |
| B | 3 : 2 | 60 - 40 | 15 | 32.57 | 34.61 |
| C | 2 : 3 | 40 - 60 | 15 | 36.00 | 32.05 |

De acuerdo a los resultados expuestos en el cuadro anterior, se eligió como la fórmula de mayor aceptación a la denominada C.

- PRUEBA 2:

Con la fórmula C cuya proporción es 40 % de pulpa y 60 % de -

jarabe se elaboraron néctares de diferente concentración de azúcar , con el fin de elegir el grado de dulzor más aceptado.

TABLA 8

| | °BRIX FINALES | RESULTADOS DE LAS CATAS (%) | | |
|----------------|------------------|-----------------------------|------------|-----------------|
| | | PALATIBILIDAD | INT. AROMA | CARACTERISTICAS |
| C ₁ | 15 | 23.70 | 25.22 | Bastante ácido |
| C ₂ | 16 | 24.21 | 27.02 | Sabor agradable |
| C ₃ | 17 | 27.35 | 27.02 | Sabor agradable |
| C ₄ | 18 | 24.66 | 20.72 | Muy dulce |

Analizando los resultados anteriores se observa que las fórmulas C₂ y C₃ de 16 y 17 °Brix finales son las más aceptadas, por lo que se procede a realizar una prueba con solo estas dos muestras.

- PRUEBA 3:

TABLA 9

| | °BRIX FINALES | RESULTADOS DE LAS CATAS (%) | | |
|----------------|------------------|-----------------------------|------------|---------|
| | | PALATIBILIDAD | INT. AROMA | CALIDAD |
| C ₂ | 16 | 47.11 | 47.76 | 43.07 |
| C ₃ | 17 | 52.89 | 52.23 | 56.92 |

Con los resultados expuestos en el cuadro, se concluye que

la fórmula de mayor aceptación es la C₃ de 17 °Brix de concentración final tomando en cuenta sus características de palatibilidad, intensidad de aroma y calidad superior, por lo que queda establecida como fórmula definitiva.

En lo que se refiere a la adición de ácido cítrico para conseguir una adecuada acidez se recomienda hacerlo en proporción de 0.1 a 0.2 %. Cuando se precisa adicionar conservante como en el caso del benzoato de sodio, se lo hace en una proporción de 0.05 a 0.1 %

3.4.2.5 Pasteurización

En los jugos y néctares de frutas se efectúa una pasteurización rápida con el objeto de destruir los microorganismos presentes e impedir su posterior desarrollo.

Ante la imposibilidad de usar un pasteurizador de placas, especial para jugos, esta operación se realizó en ollas de doble camisa accionadas con vapor a la presión atmosférica, durante un tiempo de 60 a 90 segundos, llegando a una temperatura de 76.6 a 93.3°C.

3.4.2.6 Envasado en caliente

Esta operación se realiza con la finalidad de eliminar el aire existente en el envase, prevenir la oxidación del alimento y su alteración consiguiente, preservar el contenido de vitamina C, evitar la producción de presiones excesivas en el interior de la lata durante el tratamiento térmico y conseguir envases de aspecto sano.

Con la eliminación del aire se asegura un vacío excelente cuando se enfría la lata a una temperatura por debajo a la que fue sellada. El llenado en caliente se efectúa a una temperatura entre 80 y 87.7°C.

3.4.2.7 Sellado

El tarro es sellado herméticamente empleando una selladora accionada manualmente.

3.4.2.8 Esterilización

El objetivo primordial del tratamiento térmico, denominado también proceso, consiste en la destrucción comercial de los microorganismos que existen inicialmente en el interior del envase y de los existentes en el alimento.

Las variables que intervienen en la esterilización son: tiempo, temperatura y presión. Utilizando las dos primeras variables hemos realizado diferentes pruebas como se anotan a continuación:

TABLA 10

| Tiempo de Esterilización (min.) | 0 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| pH | 3.64 | 3.69 | 3.72 | 3.74 | 3.76 | 3.78 |
| Acidez % | 1.54 | 1.50 | 1.48 | 1.33 | 1.29 | 1.21 |
| % Azúcares reductor. | 10.10 | 12.00 | 14.12 | 15.00 | 19.80 | 23.75 |
| Acido ascórbico mg/100 g | 56.37 | 49.37 | 45.16 | 41.91 | 35.35 | 30.02 |

De los resultados anteriores, creemos que los tiempos más adecuados para la esterilización son de 20, 23 y 25 minutos a una temperatura de 100°C.

Las latas son colocadas en canastillas de acero inoxidable y pasan a los autoclaves o retortas accionadas por vapor, en donde reciben el tratamiento térmico a una presión entre 9 y 10 psi.

3.4.2.9 Enfriamiento

Una vez concluido el tratamiento térmico se enfrían las latas para producir el "choque térmico", es decir, se da al producto envasado un cambio brusco de temperatura.

Las latas son trasladadas del autoclave hacia los tanques de enfriamiento, en donde se les rocía con agua fría hasta lograr una temperatura del bote de 35 a 40°C, para evitar sobrecalentamiento del producto terminado y se obtenga un secado completo que evite la corrosión exterior durante el almacenamiento.

3.4.2.10 Almacenamiento

Después de que las latas se han secado, se las embala en cajas de cartón y se almacenan de preferencia en un sitio fresco y seco.

3.4.2.11 Pruebas de conservación en diferentes tipos de envases

El envase constituye un elemento esencial ya

que protege el elemento conservado de toda contaminación externa.

Los envases para néctar pueden ser de vidrio, hojalata, aluminio, cartón, polietileno, etc. El envase de vidrio es absolutamente inofensivo. Se emplea frecuentemente, con preferencia a los envases metálicos para las frutas ácidas, a causa precisamente de su inalterabilidad. Pero su empleo está restringido por razones de economía, fragilidad y otros factores.

Por eso la gran industria prefiere, casi siempre, la hojalata en la que el acero base está recubierto de una fina capa de estaño protegida interiormente, si es necesario, por barnices sanitarios.

"Estudios efectuados sobre conservas almacenadas por tiempos variados, han demostrado que la cantidad de estaño que pasa al contenido de la lata es ínfima, y, desde luego, no perjudicial para el organismo, ya que se elimina enseguida como se ha demostrado mediante numerosas experiencias" (9)

Los requisitos que deben satisfacer los recipientes, como protectores del alimento son:

- a. Ajuste perfecto
- b. La termoresistencia, es decir la capacidad de resistir el proceso de esterilización: resistencia a la acción térmica y el enfriamiento.

(9). Banlieu, Jaime. 1967. 42.



- c. La elasticidad, es decir, la capacidad de resistir las presiones internas y externas sin menoscabo del ajuste.
- d. La resistencia a la acción química de los componentes del alimento conservado.
- e. La buena conductibilidad del calor.
- f. La facilidad de manejo.
- g. La ligereza.
- h. El costo reducido. ⁽¹⁰⁾

Un recipiente que satisfaga por completo todos los requerimientos no es prácticamente fácil de conseguir, si bien alguno de los actualmente en uso se aproxima al tipo ideal.

Para el presente trabajo de experimentación se realizaron pruebas de conservación en dos tipos de envases de hojalata, como a continuación se detalla:

3.4.2.11.1 Envase metálico barnizado

El uso de barnices orgánicos en la industria de envases metálicos se debe a diferentes factores entre los cuales se destacan:

- a. Para proteger los productos enlatados de la contaminación del metal.
 - b. Para proteger los envases de la corrosión o manchas del pro-
-

⁽¹⁰⁾. Banleu, Jaime. 1967. 100.

⁽¹¹⁾. Fadesa. Boletín Informativo. 1982.

ducto.

- c. Para preservar el color y sabor del producto.
- d. Para reducir su costo.
- e. Para prevenir la oxidación externa. ⁽¹¹⁾

Es bien difícil que un barniz responda a todos estos requerimientos, por eso se trata de usar barnices que prácticamente satisfagan una determinada categoría de conservas, mientras no son adecuados para otra categoría de conservas. Por consiguiente la resistencia de un barniz debe ser examinada en relación a la acidez de los distintos productos y por eso es lógico que se encuentren en el comercio variedades de barnices apropiados para una categoría de productos más que para otros.

American Can Company usa más de 350 formulaciones para barnices interior y exterior, muchos de los cuales tienen múltiples usos; y, otros por el contrario, para usos específicos. En la fabricación de envases destinados a la industria de frutas y legumbres se usa barniz denominado "Politubanos".

El envase utilizado en este estudio, es el N°2, cuyas dimensiones son: 307 x 409 pulgadas o 87.3 x 115.9 milímetros, con capacidad para 18 onzas fluidas, 567 gramos o 532 mililitros. ⁽¹²⁾

3.4.2.11.2 Envase metálico estañado

Los factores que favorecen la co-

⁽¹²⁾. Ellis, Robert y Jackson, John. 1981. 111,360

rosión de los envases estañados son:

- a. Presencia de oxígeno o de agentes oxidantes.
- b. Almacenaje a temperatura elevada.
- c. Presencia de sustancias capaces de fijar el estaño.
- d. Acidez comprendida entre pH 4 a 4.5
- e. Presencia de azufre en las frutas bastante ácidas.
- f. Ausencia de azufre en las frutas poco ácidas. ⁽¹³⁾

Por los motivos expuestos, el uso de una hojalata incorrecta puede ser desastrozo. Otro factor importantísimo es el espesor del recubrimiento de estaño; un mayor espesor de estaño incrementará la vida útil del envase especialmente en aquellos que no requieren barnizado interior.

El tipo de envases empleado en este caso, es el N°2 de las mismas dimensiones y capacidad que el anterior.

3.4.3 Determinación de Parámetros Óptimos de Tratamiento

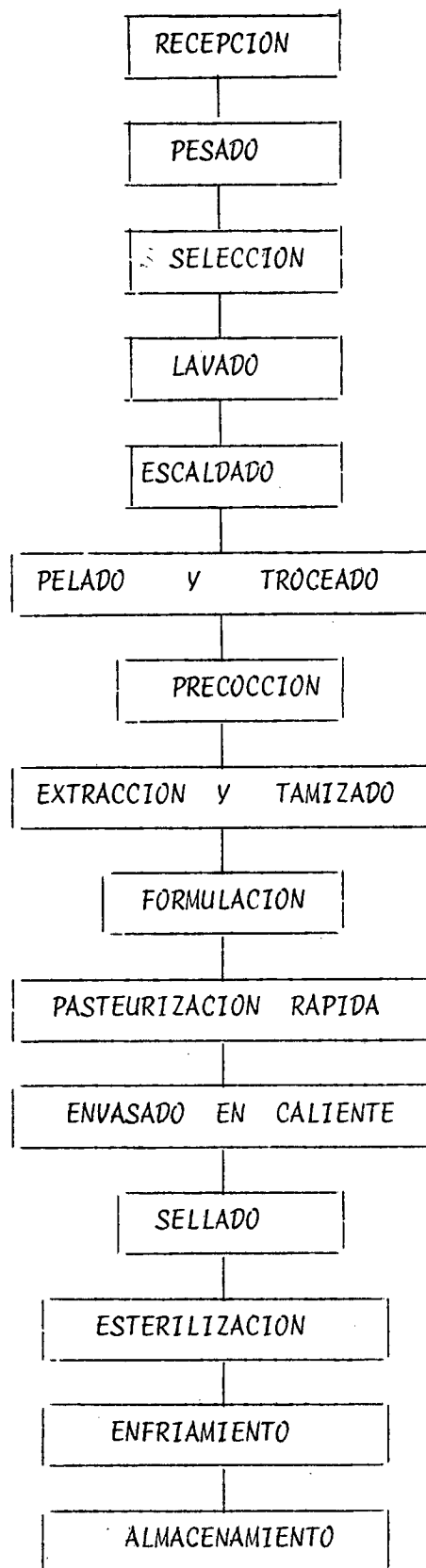
Al término de la elaboración del néctar, utilizando la fórmula C₃ y envasado en latas N°2 standar estañadas y barnizadas, realizado en la "FABRICA ALVIL", hemos recopilado los parámetros óptimos que a continuación se mencionan, a excepción del de esterilización al que nos referiremos posteriormente.

⁽¹³⁾. Banlieu, Jaime. 1967. 113.

TABLA 11

| ESCALDADO <i>t</i> (min) | PULPA °BRIX | PRECOCCION | | ALMIBAR °BRIX | PASTEURIZACION | | °BRIX FINAL |
|-----------------------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|--------|----------------|
| | | <i>t</i> (min) | T (°C) | | <i>t</i> (min) | T (°C) | |
| 3 | 11.829 | 5 | 68 | 19.92 | 3 | 78 | 17 |

| ENVASADO T (°C) | ESTERILIZACION | | | ENFRIAMIENTO DE LOS ENVASES T (°C) | ALMACENAMIENTO T (°C) |
|--------------------|----------------|-------|--------|--|--------------------------|
| | <i>t</i> (min) | T(°C) | P(psi) | | |
| 85 | 20 | 100 | 9.2 | 37 | 18 - 20 |
| 85 | 23 | 100 | 9.2 | 37 | 18 - 20 |
| 85 | 25 | 100 | 9.2 | 37 | 18 - 20 |

3.4.4 Diagrama de Flujo

3.4.5 Balance de Materia

Para elaborar néctar de tomate de árbol utilizando aditivos químicos y sin el empleo de éstos, se partió de la siguiente cantidad de materia prima: 560 tomates de árbol que dan un peso total de 29.34 Kg; luego de eliminar la corteza se tiene un peso de cortezas de 6.12 Kg; una vez extraída la pulpa se obtiene 13.85 Kg y 4.51 Kg de semillas.

Con estas cantidades se puede realizar un balance para obtener el porcentaje de pérdidas que se ocasionan debidas a la extracción de la pulpa y posterior manipulación:

$$\begin{aligned}
 \text{MATERIA QUE ENTRA} &= \text{MATERIA QUE SALE} \\
 \\
 \text{Tomates de árbol} &= \text{Corteza} + \text{Pulpa} + \text{Semillas} + \text{Pérdidas.} \\
 29.34 \text{ Kg} &= 6.12 \text{ Kg} + 13.85 \text{ Kg} + 4.51 \text{ Kg} + \text{Pérdidas.} \\
 \\
 \text{Pérdidas} &= 4.86 \text{ Kg.} \\
 \\
 \text{Pérdidas} &= 16.56 \%
 \end{aligned}$$

NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS:

Vamos a transformar los litros de almibar utilizados a peso en Kg:

$$V = \frac{m}{\delta}$$

m = masa del almibar en Kg.

V = volumen del almibar en litros.

δ = densidad del almibar Kg/lts.

$$m = 9.9 \text{ lts} \times 1.0804 \text{ Kg/lts}$$

$$m = 10.70 \text{ Kg.}$$

Para encontrar la cantidad de producto terminado, se efectúa el siguiente balance:

MATERIA QUE ENTRA = MATERIA QUE SALE

Pulpa + Almibar + Acido cítrico = Producto terminado

7.13 Kg + 10.70 Kg + 0.0072 Kg - Producto terminado

17.84 Kg = Producto terminado

Se considera que una lata N°2 tiene una capacidad aproximada de 567 gramos, por lo tanto se han obtenido 31 latas de néctar.

También se producen pérdidas en un porcentaje de 1.47 % en el momento de envasado y durante la elaboración en la olla doble camisa.

- NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS

Transformamos los litros de almibar utilizados en Kg:

$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$m = V \times \delta$$

$$m = 9.3 \text{ lts} \times 1.084 \text{ Kg/lts.}$$

$$m = 10.05 \text{ Kg.}$$

Para encontrar la cantidad de producto terminado, se realiza el siguiente balance:

MATERIA QUE ENTRA = MATERIA QUE SALE

Pulpa + Almibar + Acido cítrico + Benzoato de sodio = Producto terminado.

6.72 Kg + 10.05 Kg + 0.0072 Kg + 0.00531 Kg = Producto terminado
16.78 Kg = Producto terminado

Con la consideración anterior referente a la capacidad de la lata N°2, se obtienen 29 latas de néctar con aditivos químicos. Las pérdidas ocasionadas durante el envasado y en la olla doble camisa - son de 2 %.

3.4.6 Equipo Utilizado y Descripción

La elaboración del néctar, al igual que el concentrado y la mermelada se efectuó en las instalaciones de la Fábrica "ALVIL" proporcionadas muy gentilmente por su propietario Ig. Herman Bravo P. Los equipos utilizados para este objeto, son los siguientes:

- CALDERO.- Marca BRYAN, tipo vertical de 10 HP con controles de vapor, temperatura y nivel de agua. Válvula check, válvula de drenaje, sistema electrónico de control; combustible utilizado, gas. Está incorporada una bomba de alimentación con capacidad mínima de 60 lbs/pulg², la energía utilizada es de 110 V.. Tiene capacidad generadora de vapor de 500 Kg/h.

- PULPATADOR: Extractor de jugo, de trabajo liviano con motor de 1/3 HP, energía de 110 V; construcción de acero inoxidable.

- COCEDORES ESTACIONARIOS: Marca GROEN, capacidad 20 galones; construcción compacta de acero inoxidable T-304. que incluye: bases montadas en soportes de acero inoxidable, válvulas sanitarias de drenaje y chaqueta para calentamiento a vapor.

- SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE ENVASES : A base de vapor, consistente en campanas de estructura de acero inoxidable y provistas de espirales de cobre con perforaciones.

- SISTEMA DE CUATRO RETORTAS (AUTOCLAVES): Marca ALL-AMERICAN, de dimensiones de 40 centímetros de diámetro por 45 centímetros de alto, cada una, para esterilización, con capacidad para 48 latas N°2 standar. Cada retorta está equipada de válvulas de seguridad calibradas a 15 lbs/pulg² aproximadamente, con tapas de sellado hermético, aliviaderos de presión manual, termómetros visuales de temperatura de 75 a 135°C aproximadamente, pinzas de mariposa resistentes para el sellado. El equipo es de acero inoxidable empotrado en una mesa provista de un lavabo, incluido termómetro tipo reloj-registrador a cada una de las retortas y alarma de baja presión.

- SELLADOR MANUAL DE LATAS: Con ciclo de sellado por rodillos capacidad de 4 a 8 latas por minu

to, tamaño para latas de 1/2 a 1 1/4 de pulgada de diámetro y 3/8 a 4 7/8 de pulgada de alto. Bases intercambiables para cada caso y para los diferentes tamaños de latas.

- EQUIPO DE ENFRIAMIENTO: Se realiza por rocío para enfriar tarros de hojalata consistente en un tanque de acero galvanizado con capacidad de 0.8 a 1 m³. Provis^oto de válvulas pulverizadoras de agua y sifones de desagüe.
- JUEGO COMPLETO DE UTENSILIO: Canastillas de acero inoxidable, espátulas, embudos, baldes, cucharones, espumadera, tamices, cuchillos, tablas de cortado, etc.
- BALANZA: De plato, con marcador tipo reloj; capacidad para 20 Kg.
- MESÓN DE CORTE: Con cuatro puestos de trabajo, de superficie de acero inoxidable.

3.4.7 Análisis Organolépticos, Químicos y Microbiológicos

3.4.7.1 Análisis Organolépticos

3.4.7.1.1 Color

El color del néctar es el típico de la pulpa natural recién extraída.

3.4.7.1.2 Sabor

El sabor se presenta agradable en comparación con la pulpa fresca.

3.4.7.1.3 Aroma

Aroma agradable y similar a la pulpa original.

3.4.7.2 Análisis Químicos

Luego de la elaboración del néctar (con y sin aditivos químicos) llenado en envases estañados y barnizados, se realizaron los análisis químicos que a continuación se describen cuyo resultado analítico es similar en los dos casos.

TABLA 12

| NECTAR DE TOMATE DE ARBOL | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.72 | 3.73 | 3.74 |
| Sólidos solubles °Brix | 17.00 | 17.00 | 17.00 |
| Acidez % | 1.48 | 1.37 | 1.33 |
| Azúcares totales ppm | 81.00 | 80.72 | 80.20 |
| Azúcares reductores % | 14.00 | 14.70 | 15.00 |
| Acido ascórbico mg/100 g | 45.16 | 43.91 | 42.29 |

3.4.7.3 Análisis Microbiológicos

3.4.7.3.1 Mohos

No se encuentra presencia de mohos.

3.4.7.3.2 Levaduras

No se encuentra presencia de levaduras.

3.4.8 Almacenamiento del Producto a Diferentes Temperaturas y Seguimiento Periódico en la Conservación del Mismo

El producto obtenido se almacena durante seis meses a dos temperaturas diferentes; realizándose pruebas periódicas de conservación, cada dos meses.

3.4.8.1 Temperaturas empleadas

Tomando en cuenta las condiciones del producto elaborado y la disponibilidad que para el almacenamiento a temperaturas elevadas presta el Laboratorio, se decidió almacenarlo a temperatura ambiente que fluctúa de 17 a 20°C ; y, a temperatura de 37°C obtenida en un incubador.

3.4.8.2 Análisis Organolépticos, Químicos y Microbiológicos:

TABLA 13

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADO - ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Algo oscuro | Algo oscuro | algo oscuro |
| SABOR | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Poco ácido | Poco ácido | Poco ácido |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico |

TABLA 14

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADO - ALMACENAMIENTO A 37 °C. | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Algo oscuro | algo oscuro | algo oscuro |
| SABOR | Agradable | Agradable | Agradable | Agradabl. | Agradable | Agradable | Acido | Acido | Acido |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico |

TABLA 15

| NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADO - ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural |
| SABOR | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico |

TABLA 16

| NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADO - ALMACENAMIENTO A 37 °C. | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural | Natural |
| SABOR | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Poco ácido | Poco ácido | Poco ácido |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico |

TABLA 17

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA BARNIZADO - ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Algo oscuro | Algo oscuro | Algo oscudo | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro |
| SABOR | Poco ácido | Poco ácido | Poco ácido | Acido | Acido | Acido | Acido | Acido | Acido |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño |

TABLA 18

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA BARNIZADO - ALMACENAMIENTO A 37°C | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro |
| SABOR | Poco ácido | Poco ácido | Poco ácido | Agrio | Agrio | Agrio | Amargo | Amargo | Amargo |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico |

TABLA 19

| NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA BARNIZADA - ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------|--------|--------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Natural | Natural | Natural | Algo oscuro | Algo oscuro | Algo oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro |
| SABOR | Agradable | Agradable | Agradable | Poco ácido | Poco ácido | Poco ácido | Acido | Acido | Acido |
| AROMA | Típico | Típico | Típico | Típico | Típico | típico | Típico | Típico | Típico |

TABLA 20

| NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA BARNIZADA - ALMACENAMIENTO A 37 °C | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| COLOR | Algo oscuro | Algo oscuro | Algo oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro | Oscuro |
| SABOR | Poco ácido | Poco ácido | Poco ácido | Acido | Acido | Acido | Agrio | Agrio | Agrio |
| AROMA | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño | Extraño |

3.4.8.2.2. Análisis Químicos

Los análisis químicos realizados en el néctar durante el período de almacenamiento y cuyos resultados se exponen en los cuadros adjuntos vienen expresados en las siguientes unidades:

Acidez = mg de ácido cítrico/100 g.

Sólidos solubles = °Brix

Azúcares totales = ppm.

Azúcares reductores = %

Acido ascórbico = mg/100 g.

Contenido de estaño = ppm.

TABLA 21

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADA - ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|--------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.73 | 3.74 | 3.75 | 3.75 | 3.76 | 3.78 | 3.76 | 3.77 | 3.78 |
| Acidez | 1.37 | 1.34 | 1.25 | 1.26 | 1.18 | 1.087 | 1.18 | 1.10 | 1.08 |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Azúcares totales | 80.15 | 80.06 | 80.00 | 79.84 | 79.53 | 79.18 | 78.92 | 78.88 | 78.73 |
| Azúcares reductores | 14.50 | 15.20 | 15.60 | 15.60 | 16.10 | 16.60 | 16.20 | 16.90 | 17.30 |
| Acido ascórbico | 40.35 | 39.79 | 37.48 | 31.06 | 30.18 | 29.60 | 22.32 | 21.45 | 20.86 |
| Contenido de estaño | -- | -- | -- | 23.48 | 21.34 | 19.06 | 101.31 | 90.00 | 93.06 |
| Corrosión | Ausente | Ausente | Ausente | Muy débil | Muy débil | Muy débil | débil | débil | débil. |

TABLA 22

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADA - ALMACENAMIENTO A 37°C. | | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.75 | 3.76 | 3.78 | 3.72 | 3.74 | 3.75 | 3.63 | 3.65 | 3.68 |
| Acidez | 1.26 | 1.18 | 1.08 | 1.47 | 1.34 | 1.27 | 1.68 | 1.66 | 1.60 |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Azúcares totales | 78.99 | 78.84 | 78.62 | 77.56 | 77.33 | 77.10 | 76.25 | 76.14 | 76.02 |
| Azúcares reductores | 21.62 | 22.35 | 23.25 | 25.08 | 26.39 | 27.21 | 30.70 | 31.30 | 32.70 |
| Acido Ascórbico | 31.13 | 29.22 | 27.16 | 15.36 | 13.10 | 11.43 | 10.71 | 8.35 | 7.14 |
| Contenido de estaño | 38.69 | 35.17 | 30.15 | 112.83 | 108.45 | 100.02 | 274.10 | 270.28 | 269.87 |
| Corrosión | Débil | Débil | Débil | Medio | Medio | Medio | Total | Total | Total |

TABLA 23

| NECTAR CON ADITIVOS QUÍMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADA - ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|---------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.73 | 3.74 | 3.74 | 3.75 | 3.76 | 3.76 | 3.78 | 3.78 | 3.78 |
| Acidez | 1.37 | 1.33 | 1.33 | 1.25 | 1.18 | 1.18 | 1.03 | 1.03 | 1.03 |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Azúcares solubles | 80.28 | 80.20 | 80.15 | 80.12 | 80.06 | 80.00 | 79.75 | 79.55 | 79.32 |
| Azúcares reductores | 14.30 | 15.00 | 15.30 | 14.80 | 15.40 | 15.90 | 15.40 | 16.00 | 16.80 |
| Acido ascórbico | 41.72 | 40.12 | 39.87 | 36.36 | 35.42 | 35.00 | 28.45 | 27.03 | 26.80 |
| Contenido de estaño | -- | -- | -- | 2.36 | -- | -- | 5.67 | 1.38 | -- |
| Corrosión | Ausente | Ausente | Ausente | Muy débil | Ausente | Ausente | Muy débil | Muy débil | Ausente |

TABLE 24

| NECTAR CON ADITIVOS QUÍMICOS - ENVASE DE HOJALATA ESTANADO - ALMACENAMIENTO A 37°C | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.74 | 3.75 | 3.75 | 3.73 | 3.73 | 3.73 | 3.70 | 3.70 | 3.70 |
| Acidez | 1.33 | 1.25 | 1.25 | 1.37 | 1.37 | 1.37 | 1.51 | 1.51 | 1.51 |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Azúcares totales | 79.67 | 79.20 | 79.00 | 79.00 | 78.83 | 78.47 | 78.35 | 78.12 | 78.00 |
| Azúcares reductores | 16.86 | 17.11 | 18.00 | 22.08 | 23.29 | 24.60 | 30.70 | 31.10 | 31.50 |
| Acido ascórbico | 32.17 | 30.19 | 29.30 | 22.29 | 20.98 | 19.02 | 14.33 | 13.62 | 11.99 |
| Contenido de estaño | 3.51 | 3.00 | 2.27 | 89.29 | 80.33 | 79.29 | 129.10 | 126.35 | 120.09 |
| Corrosión | Muy débil | Muy débil | Muy débil | Débil | Débil | Débil | Medio | Medio | Medio |

TABLA 25

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS | | | ENVASE DE HOJALATA BARNIZADO | | | ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | |
|------------------------------|---------|---------|------------------------------|---------|---------|-------------------------------|---------|---------|---------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.75 | 3.76 | 3.77 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.72 | 3.72 | 3.72 |
| Acidez | 1.26 | 1.18 | 1.15 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.48 | 1.48 | 1.48 |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Azúcares totales | 79.87 | 79.80 | 79.68 | 79.77 | 79.51 | 79.32 | 79.00 | 78.79 | 78.43 |
| Azúcares reductores | 15.00 | 15.20 | 15.50 | 15.20 | 15.80 | 16.30 | 15.80 | 16.30 | 16.50 |
| Acido ascórbico | 38.25 | 36.14 | 34.56 | 22.10 | 21.35 | 19.18 | 12.32 | 11.25 | 10.08 |
| Contenido de estaño | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Corrosión | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |

TABLA 26

| NECTAR SIN ADITIVOS QUIMICOS | | | ENVASE DE HOJALATA BARNIZADO | | | ALMACENAMIENTO A 37 °C | | | |
|------------------------------|---------|---------|------------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' |
| pH | 3.76 | 3.77 | 3.78 | 3.70 | 3.71 | 3.71 | 3.60 | 3.61 | 3.61 |
| Acidez | 1.18 | 1.15 | 1.07 | 1.51 | 1.49 | 1.49 | 1.72 | 1.69 | 1.69 |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Azúcares totales | 78.32 | 78.18 | 77.65 | 77.26 | 77.19 | 77.00 | 76.19 | 76.10 | 76.00 |
| Azúcares reductores | 24.13 | 24.98 | 25.32 | 27.28 | 28.35 | 29.17 | 31.00 | 31.50 | 32.85 |
| Acido ascórbico | 30.97 | 29.20 | 27.00 | 16.28 | 15.18 | 13.25 | 9.52 | 7.12 | 5.76 |
| Contenido de estaño | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Corrosión | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |

TABLA 27

| NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS | | ENVASE DE HOJALATA BARNIZADA | | | | | | ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | |
|------------------------------|---------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|---------|--|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | |
| pH | 3.74 | 3.75 | 3.75 | 3.74 | 3.74 | 3.75 | 3.73 | 3.73 | 3.73 | |
| Acidez | 1.33 | 1.26 | 1.26 | 1.33 | 1.33 | 1.26 | 1.41 | 1.41 | 1.41 | |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | |
| Azúcares totales | 80.37 | 80.12 | 80.09 | 80.11 | 80.00 | 79.90 | 79.68 | 79.43 | 79.21 | |
| Azúcares reductores | 14.60 | 15.10 | 15.40 | 14.90 | 15.70 | 16.10 | 15.50 | 16.10 | 16.30 | |
| Acido ascórbico | 39.00 | 38.15 | 36.36 | 23.01 | 22.53 | 20.17 | 15.11 | 14.56 | 13.86 | |
| Contenido de estaño | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| Corrosión | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | |

TABLA 28

| NECTAR CON ADITIVOS QUIMICOS | | ENVASE DE HOJALATA BARNIZADA | | | | | | ALMACENAMIENTO A 37°C | | |
|------------------------------|---------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|--|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | 20' | 23' | 25' | |
| pH | 3.75 | 3.76 | 3.76 | 3.71 | 3.72 | 3.72 | 3.62 | 3.64 | 3.64 | |
| Acidez | 1.25 | 1.18 | 1.18 | 1.49 | 1.48 | 1.48 | 1.68 | 1.67 | 1.67 | |
| Sólidos solubles | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | |
| Azúcares totales | 79.45 | 79.26 | 79.01 | 78.31 | 78.10 | 78.00 | 78.02 | 77.73 | 77.54 | |
| Azúcares reductores | 17.32 | 17.88 | 18.78 | 24.15 | 25.05 | 25.82 | 30.72 | 31.31 | 31.86 | |
| Acido ascórbico | 31.03 | 30.22 | 29.11 | 17.77 | 16.40 | 15.39 | 10.44 | 9.12 | 8.32 | |
| Contenido de estaño | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| Corrosión | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | |

3.4.8.2.3 Análisis Microbiológicos

3.4.8.2.3.1 Mohos

Después de realizar el análisis microbiológico de néctar durante su almacenamiento, se concluye que no existe presencia de mohos en ninguno de los envases almacenados.

3.4.8.2.3.2 Levaduras

En los néctares almacenados no existe presencia de levaduras.

3.4.9 Comportamiento del Producto Frente a los Tipos de Envases

El néctar almacenado en envases de hojalata estañados con fondo y tapa interior barnizada conserva sus cualidades organolépticas originales con pequeñas variaciones en sus propiedades químicas y, microbiológicamente está apto para el consumo; se observa además, que la corrosión de los envases es mínima cuando se almacena al medio ambiente, por lo que también es muy pequeño el contenido de estaño en el néctar; esta corrosión es más notable en los envases almacenados a 37°C lo que hace aumentar el contenido de estaño. El producto que mejor representa lo anteriormente anotado, es el néctar con benzoato de sodio como conservante químico y que ha sido esterilizado durante 25 minutos.

El néctar almacenado en envases de hojalata totalmente barnizados, se presenta con algunas alteraciones organolépticas especialmente en lo que se refiere al color, por cuanto el producto se ha oscurecido notoriamente, durante los últimos cuatro meses ha tomado un aroma diferente al original y se ha tornado muy ácido. Sus propiedades químicas no han sufrido cambios radicales y microbiológicamente está carente de microorganismos. El barniz no se ha desprendido.

3.4.10 Selección del Envase más Adecuado

Luego de analizar el comportamiento del producto frente a los tipos de envases metálicos utilizados se puede concluir que el envase metálico estañado es el más adecuado para envasar néctar de tomate de árbol especialmente cuando se ha añadido conservante químico.

Los envases barnizados recubiertos con barniz epoxifenólico, no son adecuados en la elaboración de néctar, por lo que en caso de profundizar sobre este asunto, debería emplearse otro tipo de barniz.

3.5 ELABORACION DE CONCENTRADO

3.5.1 Conceptos Generales

A las soluciones o suspensiones acuosas de sustancias alimenticias al sustraerles una determinada cantidad de agua, para alcanzar concentraciones tales que detengan el desarrollo y la actividad de microorganismos, se denomina concentrado. Este fenómeno se verifica no solamente por la disminución de la cantidad de agua,

sino también por el aumento en la concentración de solutos.

En general, puede decirse que la concentración de una solución suele conseguirse por tres caminos: Por evaporación, congelación (crioconcentración) y por ósmosis inversa. Todos estos procesos tienden a la eliminación del agua solamente, pero siempre se eliminan componentes volátiles del producto.

- **CONCENTRACION POR EVAPORACION:** Es la transformación del solvente, que para los jugos alimenticios es siempre el agua, en vapor por medio de la ebullición. La concentración por evaporación puede realizarse a presión atmosférica y al vacío.

La concentración a presión atmosférica tiene como única ventaja la reducción de peso y volumen. Su ejecución ofrece desventajas, como las siguientes:

- a. Perjudica notablemente el valor nutritivo y el aspecto del producto, especialmente cuando éste contiene sustancias proteicas, las que se pierden por el calentamiento, ya que algunas albúminas se coagulan incluso a temperaturas inferiores a 60°C .
- b. Influye sobre la destrucción de las vitaminas las cuales deben ser mantenidas íntegras en los alimentos; algunas vitaminas son especialmente sensibles al calor de modo que son destruidas por altas temperaturas, mientras otras son oxidables.
- c. Los azúcares son menos perjudicados por el calor pero son i-

bastante solubles, a consecuencia de una fuerte concentración pueden a veces cristalizar por lo cual, el elevado punto de ebullición de la solución saturada provocaría su caramelización.

- d. Otra dificultad en la concentración con el calor se encuentra con las soluciones que tienen tendencia a hacer espuma; además, las sustancias pécticas pueden volverse viscosas y aumentan la disposición de la solución a formar espuma.
- e. El prolongado calentamiento disminuye a menudo el aroma de las sustancias, que deben en gran parte, estas propiedades, a sustancias orgánicas volátiles que se destilan junto con el vapor de agua.

Para la conservación de las vitaminas, proteínas y aromas de los zumos de frutas y para lograr productos de buena calidad es necesario la evaporación a baja temperatura, esto se consigue efectuando la evaporación al vacío en un recipiente cerrado, con las siguientes finalidades:

- a. Evitar la caramelización de los azúcares, lo cual traerá cambios en el sabor.
- b. Una mayor retención de los compuestos pécticos por efecto de una menor temperatura con lo cual se obtiene mayor viscosidad del producto final.
- c. Eliminación del aire por efecto del vacío evitando con ello

las oxidaciones del ácido ascórbico, pigmentos y otros compuestos, obteniendo así un concentrado de mejor color y calidad.

- d. El proceso de concentración se realiza en menor tiempo con lo cual se logra que los componentes permanezcan menor tiempo expuestos al calor y con ello, el daño sufrido sea mínimo.⁽¹⁴⁾

- CONCENTRACION POR CONGELACION (CRIOCONCENTRACION): Es la cristalización de parte del agua de una solución, seguida de la separación de los cristales de hielo de la fracción líquida concentrada. Las operaciones fundamentales de la criocentración son: cristalización y separación. Dentro de las ventajas de este método tenemos:

- a. Reducción de peso y volumen.
- b. Elimina la degradación por calor (se trabaja a temperaturas menores a 0°C).
- c. Eliminación del agua de forma casi totalmente selectiva.
- d. Alta retención de componentes volátiles.
- e. Menor consumo de energía por la naturaleza del proceso.
- f. Permite obtener productos de alta calidad.

Entre las desventajas podemos citar las siguientes:

⁽¹⁴⁾. Bastidas, Vicente. Rosales, Benigno. 1978. 40.

- a. Sólo se consigue un grado de concentración limitado.
- b. El capital de inversión de la planta no es el único factor - que contribuye a la economía del proceso, sino que también - tiene gran importancia económica la fracción de sólidos solubles del producto original, que se pierde del concentrado al acompañar a los cristales de hielo o al agua de fusión.
- c. Necesidad de utilizar materias primas de alta calidad para - que, al regenerar el producto, éste sea también de alta calidad.

- **CONCENTRACION POR OSMOSIS INVERSA:** Es el proceso por el cual el agua se traslada, a través de una membrana semi-permeable, desde una región de alta concentración hasta otra de una de concentración más baja.

El éxito futuro del proceso de concentración por ósmosis inversa depende en gran parte de propiedades de las membranas, tales como la velocidad de la permeabilidad, la velocidad del rechazo de los solutos y la durabilidad de las membranas. Se necesitan diferentes membranas para diferentes alimentos.

Los materiales para envasar concentrado incluyen membranas - de plástico, vidrio, hojalata, acero inoxidable y acero dúctil (pobre en carbono) con una delgada capa de revestimiento plástico. Los concentrados son preservados por llenado en caliente en pequeños envases bien herméticos, por preesterilización, enfriamiento y esterización del contenido de los envases herméticos, por refrigeración o congelación en almacenaje.

Las temperaturas de almacenamiento del concentrado fluctúan desde, bajo -17.7°C a temperaturas superiores a 26.6°C . El índice de deterioro varía con cada producto, pero en general es directamente proporcional a las temperaturas de almacenamiento.

3.5.2 Tecnología Aplicada

3.5.2.1 Tratamientos preparatorios

Se realizaron de forma similar a lo explicado en la elaboración de néctar, numeral 3.4.2.1.

3.5.2.2 Extracción de la pulpa

Se efectúa de igual manera al punto 3.4.2.2 de elaboración de néctar.

3.5.2.3 Tamizado

Idem al punto 3.4.2.3 de elaboración de néctar.

3.5.2.4 Elaboración de concentrado

Como la elaboración de concentrado en equipo al vacío presenta innumerables ventajas, tal como se explicó anteriormente, se pretendió realizar una prueba empleando pulpa de tomate de árbol, en el CENTRI-TERM CT1B-2. En éste la superficie de calefacción rotante, esparce el producto en una fina capa lo que faci

lita la evaporación de productos viscosos, pero, por ser el tomate de árbol un fruto excesivamente pulposo y ante la imposibilidad de refinarlo, por carecer de equipo adecuado, se hizo necesario bajar el contenido de sólidos de la pulpa de 12 % a 4 %, mediante adición de agua; esta disolución, está acorde con la capacidad de las bombas de alimentación del equipo, por lo que fue posible trabajar en el centri-term a una presión de -0.55 Kg/cm^2 y una temperatura de 55°C , lográndose una concentración final de 14% de sólidos, este valor es tan bajo que ni siquiera se lo puede denominar "concentrado simple", razón por la cual no se cumpliría el objetivo del presente estudio.

Por lo dicho anteriormente se elaboró el concentrado de tomate de árbol a presión atmosférica en un cocedor estacionario de doble camisa.

Como la viscosidad decrece con el incremento de la temperatura, la evaporación de este producto fue simplificada trabajando a una temperatura de evaporación mucho más alta que la normal, esto es entre 75 a 86°C .

Antes de la elaboración definitiva se efectuaron pruebas sobre las características que presentan el producto de acuerdo a como varía el grado de concentración final. De los resultados expuestos en el cuadro siguiente se desprende que, cuando el producto alcanza una concentración final de 22 a 24°Brix , éste ha perdido completamente sus caracteres de calidad y aroma, se ha destruido en elevada cantidad el contenido de ácido ascórbico y se produce la pérdida del color original de la pulpa obteniéndose una coloración parda.



TABLA 29

| | PULPA | CONCENTRADO A PRESION ATMOSFERICA | | | |
|------------------------|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| °BRIX | 11.78 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| pH | 3.61 | 3.70 | 3.69 | 3.68 | 3.65 |
| ACIDEZ TOTAL % | 1.15 | 2.305 | 2.67 | 3.17 | 3.78 |
| VITAMINA C mg/100 g | 56.23 | 42.22 | 39.12 | 38.14 | 30.84 |

Analizando el cuadro anterior se llegó a la conclusión de que el concentrado de 20°Brix es el más apropiado de acuerdo a sus mejores características organolépticas.

3.5.2.5 Llenado

Por las condiciones de elevada viscosidad - del producto obtenido se procede a realizar un llenado manual en frasco de vidrio, evitando en lo posible la inclusión de burbujas - de aire. Este llenado se lo realiza en caliente a una temperatura de 80°C.

3.5.2.6 Sellado

El sellado se lo realiza manualmente, empleando tapas de material plástico.

3.5.2.7 Esterilización

Por no tener antecedentes de esterilización, a este respecto, se ha creído conveniente realizar la esterilización, en autoclave a 100°C durante tiempos de 10, 15 y 20 minutos a una presión de 9 psi. Los envases de vidrio son colocados en canastillas y llevados a las retortas para iniciar el proceso. Los resultados de esta experiencia se anotarán posteriormente.

3.5.2.8 Enfriamiento

Al sacar los envases del autoclave se ajustan nuevamente las tapas, por la dilatación que sufren a causa del calentamiento y se enfrían a temperatura ambiente.

3.5.2.9 Almacenamiento

El almacenamiento del concentrado se lo realiza en un ambiente fresco y seco.

3.5.3 Tipo de Envase más Adecuado

El material más usado por la gran industria para envasar el concentrado que se expende al pormenor, es el vidrio. Para este trabajo, se decidió utilizar este material por ser inofensivo ya que el uso de hojalata acortaría mucho la vida útil del producto. En la industria moderna envasan el concentrado en bidones plásticos de gran volumen y los almacenan en congelación por largos períodos para su posterior utilización y venta.

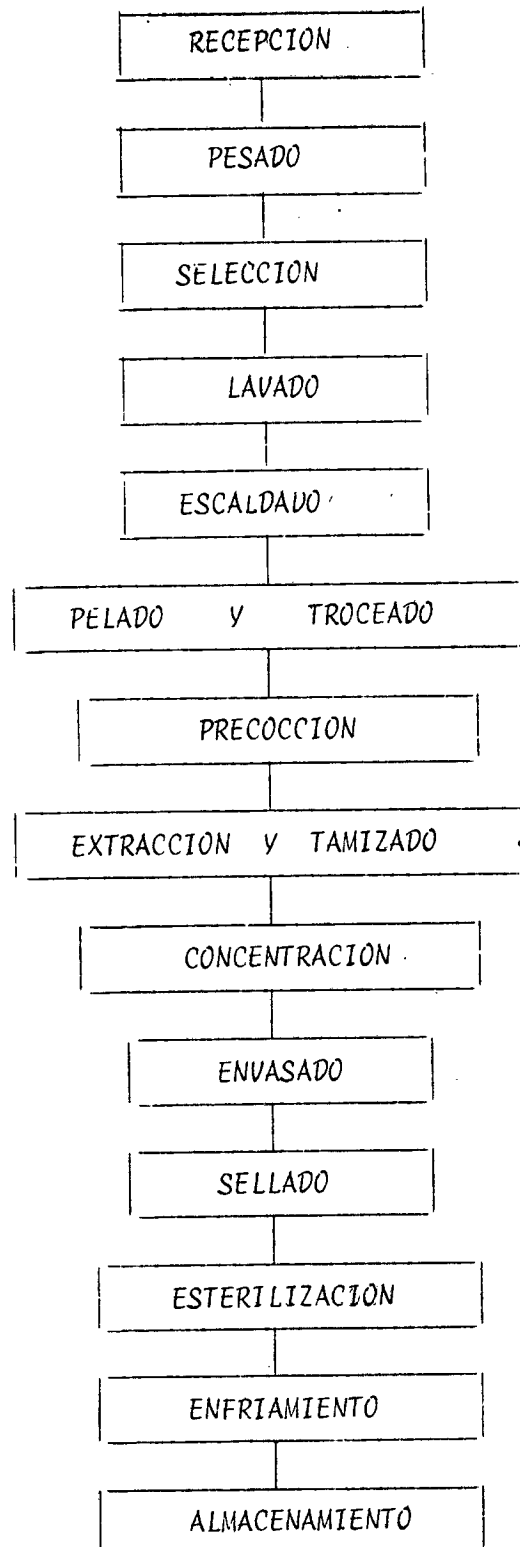
3.5.4 Determinación de parámetros óptimos de tratamiento

Cuando se ha concluido la elaboración de concentrado a 20°Brix de concentración final, envasado en frascos de vidrio de 8 onzas de capacidad con tapa de material plástico, hemos recopilado - los parámetros óptimos que constan a continuación, a excepción del parámetro de esterilización, del mismo que se hablará posteriormente.

TABLA 30

| ESCALDADO <i>t</i> (min) | PULPA °BRIX | PRECOCCION | | CONCENTRACION | | CONCENTRADO °BRIX |
|-----------------------------|----------------|----------------|-------|-----------------|--------|----------------------|
| | | <i>t</i> (min) | T(°C) | PRESION | T (°C) | |
| 3 | 11.83 | 5 | 68 | Atmosfé rica | 95 | 20 |

| ENVASADO T (°C) | ESTERILIZACION | | | ENFRIAMIENTO DE LOS ENVASES T (°C) | ALMACENAMIENTO LUGAR |
|--------------------|----------------|---------------|--------|--|-------------------------|
| | <i>t</i> (min) | <i>T</i> (°C) | P(psi) | | |
| 80 | 10 | 100 | 9 | Ambiente | Fresco y Seco |
| 80 | 15 | 100 | 9 | Ambiente | Fresco y Seco |
| 80 | 20 | 100 | 9 | Ambiente | Fresco y Seco |

3.5.5 Diagrama de Flujo

3.5.6 Balance de Materia en el Proceso

Para la elaboración del tomate de árbol se utilizaron 173 tomates con un peso de 9.76 Kg; luego de eliminar la piel se tiene un peso de ésta de 1.82 Kg; una vez extraída la pulpa se obtiene 5.45 Kg y 1.04 Kg de semilla.

Para encontrar las pérdidas que se ocasionan durante la manipulación de los tomates, realizamos el siguiente balance:

$$\begin{aligned}
 \text{MATERIA QUE ENTRA} &= \text{MATERIA QUE SALE} \\
 \text{Tomates} &= \text{Corteza} + \text{Pulpa} + \text{Semillas} + \text{Périd.} \\
 9.76 \text{ Kg.} &= 1.82 \text{ Kg} + 5.45 \text{ Kg} + 1.04 \text{ Kg} + \text{Périd.} \\
 \text{Pérididas} &= 1.45 \text{ Kg.} \\
 \text{Pérididas} &= 14.85 \%
 \end{aligned}$$

La pulpa refinada contiene como promedio el 11.7 % de sólidos solubles, por lo que: 5.45 Kg de pulpa contienen 0.64 Kg de sólidos solubles y 4.81 Kg de agua.

Para concentrar a 20°Brix se necesita llegar a un contenido de 2.56 Kg de agua, de acuerdo a la siguiente proporción:

$$\frac{0.64}{0.20} = \frac{X}{0.80}$$

$$X = 2.56 \text{ Kg de agua.}$$

Los 5.45 Kg de pulpa refinada, dan:

Concentrado = 2.56 Kg de agua + 0.64 de sólidos solubles

Concentrado = 3.2 Kg.

Se utilizaron frascos de vidrio que tienen capacidad de 8 onzas por lo cual hemos obtenido 14 frascos de concentrado. Las pérdidas ocasionadas durante la elaboración son de 0.68 %.

3.5.7 Equipo Utilizado y Descripción

El concentrado se elaboró en la fábrica "ALVIL", y el equipo utilizado se lo ha descrito en el punto 3.4.6 de elaboración de néctar.

3.5.8 Análisis Organoléptico, Químico y Microbiológico

3.5.8.1 Análisis Organoléptico

TABLA 31

| TIEMPO DE ESTERILIZACION | CONCENTRADO | | | |
|--------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| | 0' | 10' | 15' | 20' |
| Color | C | C | C | C |
| Sabor | Acido | Acido | Acido | Acido |
| Aroma | D | D | D | D |

C = anaranjado levemente oscurecido

D = No se persive claramente el aroma de la fruta.

3.5.8.2 Análisis Químicos

TABLA 32

| TIEMPO DE ESTERILIZACION | CONCENTRADO | | | |
|--------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| | 0' | 10' | 15' | 20' |
| pH | 3.69 | 3.68 | 3.67 | 3.65 |
| Acidez % | 2.67 | 3.17 | 3.42 | 3.64 |
| Sólidos solubles °Brix | 20.00 | 20.10 | 20.30 | 20.50 |
| Azúcares reductores % | 12.90 | 13.70 | 14.71 | 15.90 |
| Acido ascórbico mg/100 g | 41.86 | 36.43 | 24.69 | 18.08 |

3.5.8.3 Análisis Microbiológicos

3.5.8.3.1 Mohos

No existe la presencia de mohos

3.5.8.3.2 Levaduras

No existe la presencia de levadu -

ras.

3.5.9 Reconstitución del Concentrado Obtenido

3.5.9.1 Reconstitución del concentrado hasta los sólidos solubles del producto original

Realizamos dos tipos de reconstitución, la una adicionando agua solamente y la otra adicionando, a más de agua el 25% de la pulpa fresca para recuperar el aroma natural.

a. PRIMER CASO:

227 gr de concentrado + 150 ml de H₂O ——— °Brix originales

b. SEGUNDO CASO:

227 gr de concentrado + 56.7 gr pulpa + 1.60 ml de H₂O ———

°Brix originales.

3.5.9.2 Análisis Organolépticos y Químicos

3.5.9.2.1 Análisis organolépticos

TABLA 33

| | PULPA | C O N C E N T R A D O | | |
|-------|-------------|-----------------------|---------------|-------------------------|
| | | ORIGINAL | RECONSTITUIDO | RECONSTITUIDO + 25 % |
| Color | Anaranjado | C | Anaranjado | Anaranjado |
| Sabor | de la fruta | ACIDO | Poco ácido | Poco ácido |
| Aroma | Típico | D | D | Típico |

C = anaranjado levemente oscurecido

D = No se percibe el aroma de la fruta.

3.5.9.2.2 Análisis Químicos

TABLA 34

| | PULPA | CONCENTRADO | | |
|-----------------------------|--------|-------------|---------------|---------------|
| | | ORIGINAL | RECONSTITUIDO | RECONST.+ 25% |
| pH | 3.61 | 3.67 | 3.73 | 3.69 |
| Acidez % | 1.15 | 3.42 | 2.54 | 3.20 |
| Sólidos solubles°Brix | 11.76 | 20.00 | 11.76 | 11.76 |
| Azúcares reductores% | Mínimo | 12.90 | 12.00 | 12.00 |
| Acido ascórbico mg/ 100g | 56.28 | 41.86 | 39.24 | 40.03 |

Después de analizar meticulosamente los resultados, se concluye que la mejor manera de reconstituir el producto es añadiendo el 25 % de la pulpa natural para mejorar el aroma y calidad del producto.

3.5.10 Almacenamiento del Producto Concentrado a Diferentes temperaturas y seguimiento periódico en la conservación del mismo

Para analizar el comportamiento del producto concentrado se lo almacenó al medio ambiente y en refrigeración, realizándose pruebas periódicas de conservación del mismo cada dos meses durante un lapso de seis meses.

3.5.10.1 Temperaturas empleadas

Se emplearon dos temperaturas de almacenamiento, al medio ambiente que fluctúa entre 17 y 20°C y en refrigeración a la temperatura que proporciona un refrigerador casero.

3.5.10.1 Análisis Organolépticos, Químicos y Microbiológicos.

3.5.10.2.1 Análisis Organolépticos.

TABLA 35

| CONCENTRADO | ENVASE DE VIDRIO | | | ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | |
|--------------------------|------------------|-------|-------|-------------------------------|-----------|-----------|---------|-------|-------|
| | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' |
| COLOR | E | E | E | E | E | E | F | F | F |
| SABOR | Acido | Acido | Acido | Muy ácido | Muy ácido | Muy ácido | Agrio | Agrio | Agrio |
| AROMA | D | D | D | D | D | D | G | G | G |

E = anaranjado oscuro
 F = Anaranjado muy oscuro

D = No se percibe claramente el aroma de la fruta
 G = Aroma extraño, producto totalmente descompuesto.

TABLA 36

| CONCENTRADO | ENVASE DE VIDRIO | | | ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION | | | | | |
|--------------------------|------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' |
| COLOR | C | C | C | C | C | C | E | E | E |
| SABOR | Acido | Acido | Acido | Acido | Acido | Acido | Muy ácido | Muy ácido | Muy ácido |
| AROMA | D | D | D | D | D | D | D | D | D |

C = anaranjado levemente oscuro

D = No se percibe claramente el aroma de la fruta

E = Anaranjado oscuro.

TABLA 37

| CONCENTRADO | | ENVASE DE VIDRIO | | | ALMACENAMIENTO MEDIO AMBIENTE | | | | | |
|--------------------------|---------|------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' |
| pH | | 3.68 | 3.67 | 3.65 | 3.67 | 3.67 | 3.65 | 3.67 | 3.67 | 3.65 |
| Acidez | % | 3.17 | 3.42 | 3.64 | 3.43 | 3.43 | 3.64 | 3.43 | 3.43 | 3.68 |
| Sólidos solubles | °Brix | 20.10 | 20.30 | 20.40 | 20.10 | 20.30 | 20.40 | 20.10 | 20.30 | 20.40 |
| Azúcares reductores | % | 15.30 | 15.90 | 16.20 | 16.70 | 17.10 | 17.30 | 17.80 | 19.20 | 19.90 |
| Acido ascórbico | mg/100g | 28.61 | 20.97 | 17.87 | 20.32 | 15.48 | 10.25 | 14.61 | 10.02 | 6.32 |

TABLA 38

| CONCENTRADO | | ENVASE DE VIDRIO | | | ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION | | | | | |
|--------------------------|----------|------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' |
| pH | | 3.68 | 3.67 | 3.65 | 3.68 | 3.67 | 3.65 | 3.68 | 3.67 | 3.65 |
| Acidez | % | 3.17 | 3.42 | 3.64 | 3.17 | 3.42 | 3.64 | 3.19 | 3.43 | 3.68 |
| Sólidos solubles | °Brix | 20.10 | 20.30 | 20.40 | 20.10 | 20.30 | 20.40 | 20.10 | 20.30 | 20.40 |
| Azúcares reductores | % | 14.30 | 15.00 | 15.30 | 15.00 | 15.80 | 16.56 | 16.10 | 16.70 | 17.30 |
| Acido ascórbico | mg/100 g | 30.90 | 28.73 | 25.22 | 26.43 | 24.66 | 22.12 | 23.21 | 21.93 | 19.55 |

| CONCENTRADO | ENVASE DE VIDRIO | | | ALMACENADO | | | MEDIO AMBIENTE | | |
|--------------------------|------------------|----------|----------|------------|----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' |
| MOHOS | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Presencia de mohos | Presencia de mohos | Presencia de mohos |
| LEVADURAS | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |

TABLA 40

| CONCENTRADO | ENVASES DE VIDRIO | | | ALMACENADO EN REFRIGERACION | | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------|----------|-----------------------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | 2 MESES | | | 4 MESES | | | 6 MESES | | |
| TIEMPO DE ESTERILIZACION | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' | 10' | 15' | 20' |
| MOHOS | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Presenc. de mohos | Negativo | Negativo |
| LEVADURAS | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |

Después de revisar minuciosamente los resultados obtenidos - durante la elaboración y almacenamiento del concentrado, se puede resumir que, por ser elaborado el producto a presión atmosférica y por las dificultades de procesarlo adecuadamente, quedó en su interior mucho aire ocluido ya que no se efectúa una desaireación por carecer del equipo, lo que contribuyó a su deterioro en el tiempo de almacenamiento mencionado.

El daño se produce especialmente, cuando se lo almacena al medio ambiente, donde a partir del cuarto mes empieza el producto a obscurecerse, a tornarse de mal sabor y hay una proliferación de mohos. Cuando se almacena en refrigeración el producto se conserva mejor, pero al llegar a los seis meses se ha vuelto muy ácido y su color ha obscurecido notablemente; el concentrado que ha sido esterilizado diez minutos es el único en el que hay proliferación de mohos al cabo de los seis meses.

Considerando lo expuesto anteriormente se deduce que, el concentrado que se esterilizó durante 20 minutos es el que mejor se conserva para almacenarlo al medio ambiente por el tiempo de 4 meses. Para conservar a temperatura de refrigeración, el más adecuado es el concentrado que se esteriliza entre 15 y 20 minutos.

3.6 ELABORACION DE MERMELADA

3.6.1 Conceptos Generales

"Las mermeladas son esencialmente productos obtenidos por cocción de frutas o zumos de frutas, con agua y azúcar hasta adquirir una consistencia característica" ⁽¹⁵⁾. Las mermeladas, pueden o no llevar en suspensión trozos de frutas.

- FRUTAS; Lo primero a considerar en la elaboración de mermeladas, es la fruta que deberá ser tan fresca como sea posible y a veces un poco verde. En la práctica se utiliza con frecuencia una mezcla de fruta madura y verde y los resultados suelen ser muy buenos. ⁽¹⁶⁾. Sin embargo, con fruta excesivamente madura o sobremadurada nunca se logra una buena mermelada, toda vez que no gelifica como debiera.

La razón por la cual, la fruta es capaz de formar un "gel", cuando se hierve con azúcar se debe a que contiene en las paredes de sus células una sustancia natural, semejante a la goma llamada "pectina". El objetivo principal cuando se hace mermelada es extraer la pectina del fruto y esto, se logra con mayor facilidad cuando el fruto no está del todo maduro.

Si todas las frutas tuvieran igual cantidad de pectina y ácido, la preparación de mermeladas sería una operación simple y no ha

(¹⁵). Durán Flores, J. 1977. 5

(¹⁶). López Lorenzo, Venancio. 1976. 30.

bría ningún peligro de fracaso, pero las diferentes clases de frutas varían en la cantidad de ácido, así como en la cantidad y calidad de pectina que contiene.

Algunas frutas no requieren adición de pectina en la elaboración de mermeladas; en otras, la cantidad necesaria de pectina para formar una mermelada de consistencia comercial depende de varios factores, tales como el contenido de pectina natural en la fruta, la naturaleza de la receta, el contenido de sólidos solubles del producto final, etc. Un caso típico de frutas que no requieren adición de pectina, es el de los tomates de árbol, objeto del presente estudio, ya que su contenido promedio sobrepasa el 1.5. %.

- **SUSTANCIAS PECTICAS:** Las sustancias pécticas se encuentran muy difundidas en la naturaleza formando parte de los tejidos de las plantas junto con los polisacáridos (almidón y celulosa), lignina y hemicelulosa. Se las define como complejos coloidales derivados de carbohidratos que se encuentran o se preparan a partir de plantas y contienen unidades de ácido anhidrogalacturónico unidos en forma de cadena. Los grupos carboxilo del ácido poligalacturónico pueden estar parcial o completamente neutralizados por una o más bases ⁽¹⁷⁾. Las sustancias pécticas se clasifican en tres grupos: protopectina, ácidos pectínicos (pectina) y ácidos pécticos.

a). Protopectina: Llamada también pectosa, es la precu-

⁽¹⁷⁾. Gierschner, K. 1982. 171.



sora de la pectina propiamente dicha, es una sustancia insoluble en agua y por hidrólisis da lugar a los ácidos pectínicos. Su mayor concentración está en los tejidos vegetales durante el período de crecimiento y se cree que resultan de la unión de los ácidos pectínicos con la celulosa.

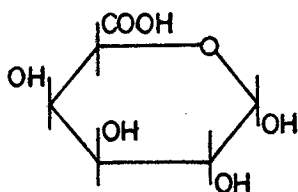
b) Ácidos pectínicos (Pectina): Son sustancias pécticas obtenidas a partir de las protopectinas con hidrólisis ácida, alcalina o enzimática. Contienen una proporción variable de grupos metoxilos y aparecen en las plantas a medida que avanza la maduración.

Dentro de este grupo se encuentran las pectinas de alto metoxilo, nombre con el que se designa a los ácidos pectínicos con un porcentaje de metoxilo superior al 7 % soluble en agua y son capaces de formar geles con azúcar y ácido, en determinadas condiciones.

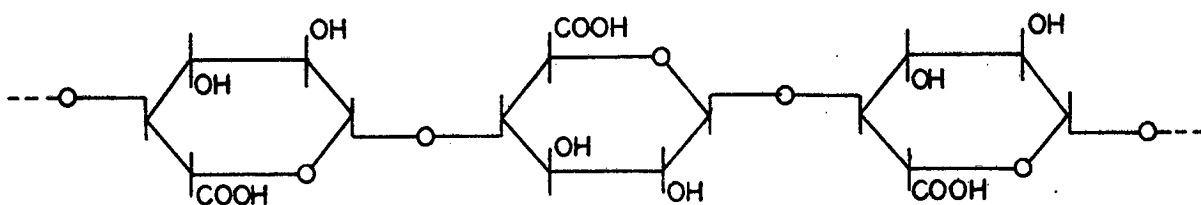
Cuando el contenido de metoxilos es inferior al 7 %, las pectinas forman geles en presencia de iones metálicos polivalentes como el calcio; estas pectinas se denominan de bajo metoxilo.

- ESTRUCTURA DE LA PECTINA: Actualmente las pectinas se consideran como una larga cadena de ácidos poligalacturónicos con grupos carboxilos parcialmente esterificados con alcohol metílico ⁽¹⁸⁾. Además, tienen un elevado grado de polimerización el mismo que da a las pectinas un gran poder de hinchamiento.

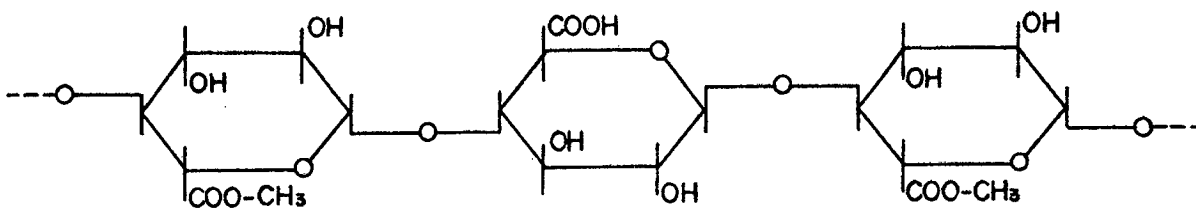
⁽¹⁸⁾. Braberman, J.B.S. 1967. 112.



ACIDO D-GALACTURONICO



ACIDO POLIGALACTURONICO - ACIDO PECTICO



ACIDO PECTICO - PECTINA

- PROPIEDADES DE LAS PECTINAS: La propiedad principal de las pectinas es su capacidad de formar geles en presencia de ácidos, azúcar o iones polivalentes.

La capacidad de gelificación aumenta con la longitud de la cadena de ácido poligalacturónico ya que el poder de gelificación de las pectinas disminuye al aumentar el poder reductor, lo que implica

claramente una escisión de la molécula.

Las pectinas en solución acuosa pueden ser precipitadas por alcohol etílico o acetona, propiedad utilizada para determinar la riqueza natural en pectina de los zumos de frutas. Otra propiedad importante es la degradación que experimentan, por agentes físicos, químicos y bioquímicos. En medio ácido sufren primeramente una desmetoxilación y después una ruptura de la cadena de ácido poligalacturónico. Estas degradaciones ocurren también por acción del calor y en mayor escala por acción conjunta ácido y calor. La degradación enzimática, mediante las enzimas peéticas, tienen lugar durante la sobremaduración de las frutas.

c). Acidos Pécticos: Son pectinas totalmente desesterificadas, insolubles en agua en forma ácida y sus sales cálcicas o magnésicas se denominan pectatos. Se produce durante la sobremaduración de las frutas por acción de las enzimas pécticas sobre los ácidos pectínicos.

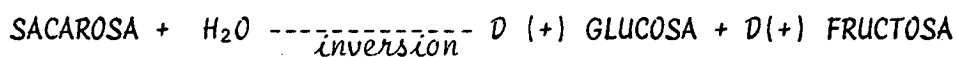
- AZUCAR: El azúcar desempeña un papel muy importante en la preparación de mermeladas y a ellas se deben las buenas propiedades de conservación.

Un azúcar frecuentemente usado en la fabricación de mermeladas es la sacarosa o azúcar ordinaria obtenida de caña de azúcar o remolacha. Es el disacárido más importante, difundido ampliamente en la naturaleza y es familiar como azúcar de mesa. *

La sacarosa en estado libre se encuentra en todas las plan -

tas fotosintéticas y constituye el principal disacárido de la dieta animal. La sacarosa está compuesta por dos monosacáridos distintos, la α -glucosa y la β -fructosa.

Durante la fase de cocción de la mermelada, la sacarosa en medio ácido sufre un proceso de hidrólisis que la transforma D-glucosa y D-fructosa, denominado frecuentemente "INVERSION" ya que va acompañado de un cambio neto de rotación óptica de dextro a levo, en cuanto se ha producido la mezcla equimolecular de glucosa y fructosa; esta mezcla se denomina frecuentemente "AZUCAR INVERTIDO".



$$(\alpha)_D = + 66.5^\circ \qquad (\alpha)_D = + 52.5^\circ \quad (\alpha)_D = - 92^\circ$$

$$\text{MEZCLA : } (\alpha)_D = - 20^\circ$$

(19)

Esta inversión parcial de la sacarosa es necesaria para evitar la cristalización que en ocasiones se produce. La cristalización tiene lugar en aquellos casos en que la sacarosa no experimenta la necesaria inversión, porque las temperaturas y los tiempos de ebullición son bajos como puede ocurrir en las mermeladas obtenidas al vacío.

Como norma, la cantidad de azúcar invertida en una mermela-

(19). Braberman, J. B.S. 1967. 94.

da debe ser menor que la cantidad de sacarosa presente, el porcentaje óptimo de azúcar invertido está comprendido entre el 25 y 40%. Si hay menos del 20% se pueden formar cristales de sacarosa en el producto almacenado; por el contrario si hay más del 40 % se puede separar una masa de azúcar invertido. ⁽²⁰⁾

El azúcar puede adicionarse a la fruta o pulpa, bien en estado sólido o disuelto en agua como jarabe. Cuando la cantidad de azúcar es menor que el 60 % la mermelada puede fermentar y algunos casos la gelificación no llega a tener lugar y si es superior al 65 % existe la posibilidad que una parte de azúcar cristalice durante el almacenamiento dando lugar a geles muy rígidos. ⁽²¹⁾

- ACIDO: Para conseguir una adecuada gelatinización, el pH final debe estar comprendido entre ciertos límites, generalmente de 3 a 3.35. A menudo este pH no se alcanza con la acidez natural de las frutas, por lo que es necesario acidificar la materia prima empleada. No se forma ningún gel consistente por encima de las proximidades de pH 3.4, por debajo de pH 3.0 se observa una tendencia a que se produzca un fenómeno conocido como "sangrado" (sinéresis o exudación).

Es necesario mantener constante el contenido en ácido de la mermelada, aumentándolo en algunos casos y neutralizándolo en otros. La cantidad de ácido que se puede adicionar, no debe exceder del 0.9 % ni ser menor a 0.1 %.

⁽²⁰⁾. Pearson, D. 1976. 263.

⁽²¹⁾. López Lorenzo, Venancio. 1976. 53.

Los ácidos generalmente usados para este objeto son ácidos-orgánicos constituyentes de las frutas, tales como el cítrico, tartárico y málico. El ácido cítrico es el más empleado por su agradable sabor. El ácido tartárico tiene un sabor ácido menos detectable y posee la ventaja que, utilizándolo en la misma cantidad - que el cítrico da valores de pH mucho más bajos, y es empleado en aquellos casos donde se requieren pH muy bajos sin excesivo sabor ácido.

La adición de la cantidad justa de ácido es importante para mejorar el gusto, el poder de gelatinización de la mermelada y la inversión de azúcar.

FORMACIÓN DEL GEL: "La moderna y científica elaboración de mermeladas se basa en las leyes que gobiernan la formación del gel, siendo los principales factores responsables el azúcar, la pectina y el ácido" (22)

A continuación se explica la formación de un gel. En un medio ácido la pectina está negativamente cargada; la adición de azúcar afecta el equilibrio pectina-agua y a los conglomerados de pectina desestabilizados y forma una red de fibras por toda la mermelada, estructura ésta capaz de sostener a los líquidos. <

La continuidad de la red de pectina y la densidad de sus fibras están determinadas por la concentración de la pectina. Una concentración más alta hace más compactas las fibras y los "nudos" de la estructura. La rigidez de la estructura es afectada por la la

(22) y(23). Rauch, George. H. 1973. 49.

concentración de azúcar y la acidez. En una concentración de azúcar más alta, hay menos agua a sostener por la estructura. El ácido endurece las fibras de la red, pero si la acidez es más alta que la debida afecta su elasticidad y/o bien resulta una mermelada dura o bien destruye la estructura, debido a la descomposición de la pectina o a su hidrólisis. ⁽²³⁾

El mecanismo de la formación del gel es distinto, según se trate de pectinas de alto o bajo metoxilo.

a) Gel con Pectina de Alto Metoxilo: La formación de este gel requiere de una relación pectina-azúcar-ácido. Las moléculas o agregados moleculares se encuentran en la solución altamente hidratadas, formando una dispersión coloidal de carga eléctrica negativa. El gel se forma por deshidratación y neutralización de este coloide el azúcar presente actúa como agente deshidratante y la neutralización la efectúa los hidrógenos positivos (H^+) aportados por un ácido. De esta forma las pectinas tienden a precipitar, pero la precipitación no tiene lugar, por los agregados moleculares que se entrecruzan unos con otros formándose una red que engloba la parte líquida, formándose el gel.

b) Gel con Pectina de Bajo Metoxilo: Este tipo de gel no requiere fundamentalmente de la presencia de azúcar y la acidez no influye tanto como en gel de alto metoxilo.

⁽²³⁾. Rauch, George . H. 1973. 49.

La formación del gel tiene lugar mediante la acción de iones metálicos polivalentes, como el calcio, que establecen puentes entre los grupos carboxilos de una cadena con los de otra cadena adyacente. De tal modo se van uniendo unas cadenas con otras, que forman un retículo macromolecular que engloba la parte líquida, dando lugar a la gelificación.

3.6.2 Tecnología Aplicada

3.6.2.1 Tratamiento Preparatorios

Para la elaboración industrial de mermelada de tomate de árbol, se realizaron diversas operaciones de tratamiento, las mismas que son similares a las usadas durante la fabricación del néctar y que se describen en el acápite 3.4.2.1.

3.6.2.2 Extracción de la Pulpa

Se realiza de igual manera al punto 3.4.2.2 descrito en la elaboración de néctar.

3.6.2.3 Formulación

En la elaboración de mermelada se utiliza pulpa de fruta, azúcar comercial, ácido cítrico y opcionalmente se usa benzoato de sodio, como conservante químico.

El cálculo de la cantidad de azúcar requerida se lo hace en base a la cantidad de pulpa que se va a utilizar, de los gra -

brix de la fruta y de los grados brix finales a los que se desea llegar. Con este propósito, se ha empleado la siguiente fórmula que está dada tomando en consideración el 50% de pulpa de fruta:

$$BFm - P_f \times \frac{B_f}{100} = PA$$

BFm = Grados brix finales de la mermelada

P_f = Peso de la pulpa de fruta (Kg)

B_f = Grados Brix de la pulpa de fruta.

PA = Peso de azúcar (Kg).

Con la finalidad de llegar a obtener una fórmula ideal para la fabricación de mermelada, hemos realizado diferentes pruebas - las mismas que se explican a continuación:

- PRUEBA 1:

Esta prueba se realiza con la idea de obtener mermeladas de diferentes grados brix finales, esto es con el objeto de observar la formación del gel y elegir de acuerdo a sus características.

Con este fin, se tomó una determinada cantidad de pulpa y con la fórmula enunciada anteriormente se realizó el cálculo de la cantidad de azúcar a añadirse: Los datos y resultados se exponen en los cuadros adjuntos:

TABLA 41

| PULPA | | | AZUCAR | MERMELADA |
|-------|------|-------|--------|-----------|
| gr | pH | °Brix | gr. | °Brix |
| 420 | 3.62 | 11.7 | 488.5 | 64 |
| 420 | 3.62 | 11.7 | 496.8 | 65 |
| 420 | 3.62 | 11.7 | 505.3 | 66 |
| 420 | 3.62 | 11.7 | 513.6 | 67 |
| 420 | 3.62 | 11.7 | 522.1 | 68 |
| 420 | 3.62 | 11.7 | 530.5 | 69 |

| MERMELADA | | | | | |
|-----------|------|------------------|-------------------|-------------|-------------|
| °Brix | pH | GEL | COLOR | SABOR | AROMA |
| 64 | 3.51 | Débil | Anaranjado | Acido | De la fruta |
| 65 | 3.56 | Consist. | Anaranjado | Caracterís. | De la fruta |
| 66 | 3.57 | Semi-ríg. | Anaranjado | Caracterís. | De la fruta |
| 67 | 3.58 | Rígido | Levem.Oscuro | Dulce | Algo azucar |
| 68 | 3.60 | Muy rígido | Anaranj.oscuro | Muy dulce | Azucarado |
| 69 | 3.61 | Excesivam.rígido | Demasiado os-curo | Muy dulce | Azucarado |

Después de analizar cuidadosamente las mermeladas obtenidas y sus caracteres de gelificación, se ha escogido como punto final-de cocción 65, 66 y 67 °Brix, con los cuales se probará nuevamente.

- PRUEBA 2:

Se elaboraron mermeladas con los grados brix elegidos anteriormente y cuyos resultados se explican en el cuadro siguiente:

TABLA 42

| PULPA | | | AZUCAR | MERMELADA |
|-------|------|-------|--------|-----------|
| g | pH | °Brix | g | °Brix |
| 420 | 3.60 | 11.69 | 496.8 | 65 |
| 420 | 3.60 | 11.69 | 505.3 | 66 |
| 420 | 3.60 | 11.69 | 513.7 | 67 |

| MERMELADA | | | | |
|-----------|------|-------------|----------------|-------------|
| °Brix | pH | GEL | SABOR | AROMA |
| 65 | 3.48 | Consistente | Característico | De la fruta |
| 66 | 3.50 | Rígido | Acido | De la fruta |
| 67 | 3.51 | Muy rígido | Acido | De la fruta |

Se observa que la formación del gel es demasiado lenta, pero cuando se forma, la mermelada de 65 °Brix finales demuestra un gel consistente y textura uniforme, no así las mermeladas de 66 y 67 °Brix que forman un gel rígido y muy rígido respectivamente, que no es característico para las mermeladas de buena calidad.

- PRUEBA 3:

Para regular el pH y mejorar el mecanismo de formación del

gel, se elaboran mermeladas de 65 °Brix de concentración final, - con adición de diversos porcentajes de ácido cítrico.

TABLA 43

| PULPA | | | AZUCAR | MERMELADA |
|-------|------|-------|--------|-----------|
| g | pH | °Brix | g | °Brix |
| 420 | 3.60 | 11.69 | 496.9 | 65 |

| MERMELADA | | | |
|-----------|-----------------|------|--|
| °Brix | % Acid. Cítrico | pH | CARACTERISTICAS DEL GEL |
| 65 | 0.3 | 3.47 | Baja inversión de azúcar por acidez demasiado baja; no se forma gel. |
| 65 | 0.6 | 3.35 | Gel adecuado, no presenta defectos; inversión de azúcar adecuado. |
| 65 | 0.9 | 2.54 | Excesiva inversión de azúcar por acidez demasiado alta. |

Luego de un minucioso análisis de las mermeladas obtenidas se concluye que, con adición de 0.6 % de ácido cítrico y 65 grados Brix de concentración final se obtiene un gel de formación rápida, de consistencia adecuada, textura uniforme, se conserva el sabor, aroma y color de la fruta; y, el pH se encuentra entre los límites fijados para mermelada.

3.6.2.4 Cocción

La cocción es la parte fundamental de la elaboración de mermeladas; en este caso, se utilizó el método de cocción a presión atmosférica. Durante la cocción tiene lugar la asociación íntima de todos los componentes, se evapora el agua contenida en la pulpa, los tejidos se ablandan y por este ablandamiento la pulpa absorbe azúcar y suelta pectina y ácidos. A causa de la presencia de los ácidos y de la elevada temperatura, ocurre la parcial inversión de los azúcares y la concentración del producto.

Durante la cocción se adiciona el azúcar lentamente removiendo la masa constante y firmemente, y cerca de la concentración final se añade el ácido cítrico y el conservante químico en caso de ser utilizado, mezclándolos íntimamente con parte de azúcar antes de su adición.

3.6.2.5 Preenfriamiento

Al finalizar la cocción se ha llegado a una temperatura de 98°C y se deja enfriar hasta 90°C .

3.6.2.6 Llenado

El llenado de envases pequeños se efectúa normalmente a temperaturas superiores a 85°C ; esta temperatura asegura la esterilidad del producto. El llenado de los envases se lo realiza manualmente por lo que exige rapidez para evitar -

que las últimas porciones gelifiquen antes de envasar; previamente hay que eliminar la espuma formada. Durante esta operación se debe evitar la incorporación de aire.

3.6.2.7 Sellado

El envase se cierra manualmente y se los invierte por espacio de 2 a 3 minutos con el fin de que la mermelada caliente esterilice el espacio de cabeza.

3.6.2.8 Enfriamiento

Inmediatamente después del sellado se deja enfriar espontáneamente hasta la temperatura ambiente.

3.6.2.9 Almacenamiento.

Los frascos obtenidos se almacenan en un lugar fresco y seco.

3.6.3 Tipo de Envase más Adecuado

Los envases más populares utilizados en la industria para el expendio de mermeladas al detalle, son los frascos de vidrio, por razones de presentación y atractivo para el consumidor; pero, también pueden utilizarse envases de plástico especialmente cuando se hace ventas al por mayor.

3.6.4 Características de la Formulación Empleada y más -
Adecuada en el Proceso de Elaboración

La fórmula empleada para elaborar mermelada es de 65 °Brix de concentración final con adición de 0.6 % de ácido cítrico; en el caso de usar aditivos químicos, se empleó benzoato de sodio en proporción de 0.06 %. Luego de la fabricación se han compilado los parámetros óptimos anotados a continuación. El envase utilizado es de vidrio con capacidad para 8 onzas y su tapa es plástica.

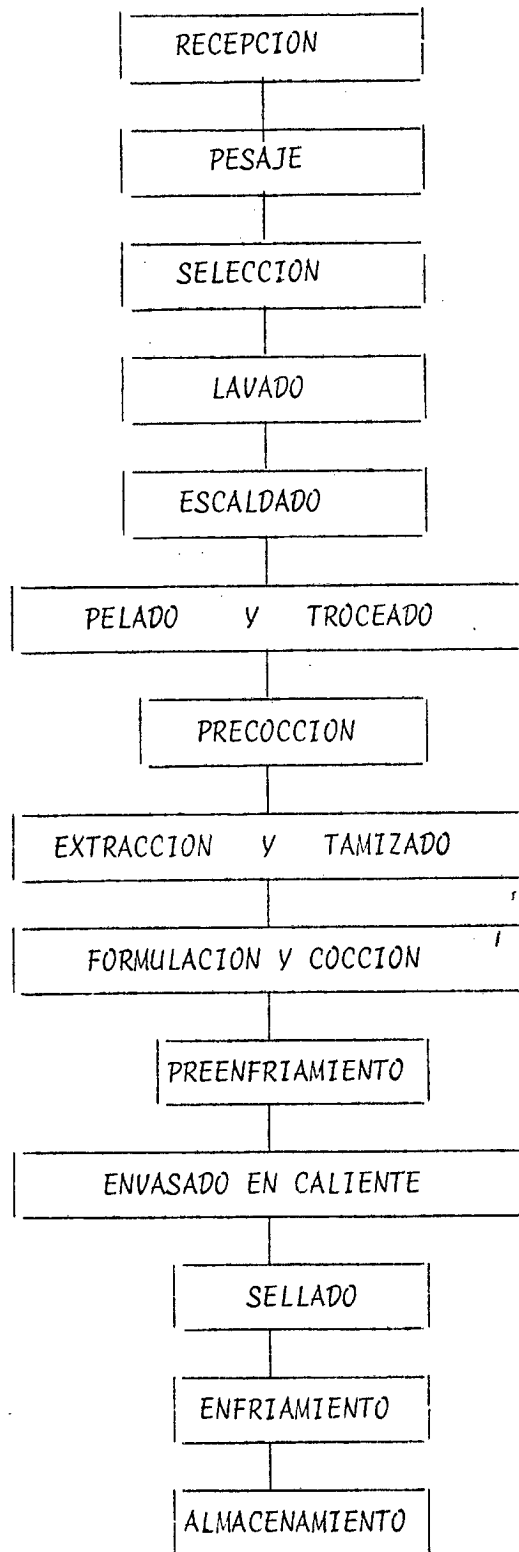
TABLA 44

| ESCALDADO | PULPA | PRECOCCION | | COCCION | MERMELADA |
|-----------|-------|------------|--------|---------|-----------|
| t (min) | °Brix | t(min) | T (°C) | T (°C) | °Brix |
| 3.5 | 11.7 | 5 | 68 | 98 | 65 |

| MERMELADA | | | | |
|-----------|-----------------|----------|----------------------|---------------|
| MERMELADA | PREENFRIAMIENTO | ENVASADO | ENFRIAMIENTO | ALMACENAMIENT |
| °Brix | T (°C) | T (°C) | T (°C) | Lugar |
| 65 | 90 | 85 | Temperatura ambiente | Fresco y seco |

3.6.5 Diagrama de Flujo

ojo ✓



3.6.6 Balance de Materia

En la elaboración de mermelada con y sin el uso de aditivos químicos utilizamos la siguiente cantidad de materia prima: 235 tomates de árbol que tienen un peso total de 13.12 Kg; las cortezas después de separarlas del fruto dan un peso de 2.74 Kg; la pulpa extraída da un peso de 5.81 Kg y 2.02 Kg de semillas.

Vamos a realizar un balance de materia para obtener el porcentaje de pérdidas que se ocasionan en la extracción de la pulpa y manipulaciones posteriores:

MATERIA QUE ENTRA = MATERIA QUE SALE

Tomates de árbol = Peso de cortezas + Peso de pulpa + peso de semillas + Pérdidas.

$$13.12 \text{ Kg} = 2.74 \text{ Kg} + 5.81 \text{ Kg} + 2.02 \text{ Kg} + \text{Pérdidas}$$

$$\text{Pérdidas} = 3.55 \text{ Kg}$$

$$\text{Pérdidas} = 27.05 \%$$

- MERMELADAS SIN ADITIVOS QUIMICOS

La cantidad de producto terminado, la obtendremos con el siguiente balance:

MATERIA QUE ENTRA = MATERIA QUE SALE

Pulpa + Azúcar + Acido Cítrico = Producto Terminado

3.70 Kg + 4.32 Kg + 0.022 Kg = Producto terminado

Producto terminado = 8.042 Kg.

El envase utilizado es de vidrio con capacidad para 8 onzas, por lo que hemos obtenido 35 envases con producto terminado. Las pérdidas que se producen durante el envasado y la cocción en la olla de doble camisa asciende a 1.1 %.

- MERMELADA CON ADITIVOS QUIMICOS

Para encontrar la cantidad de producto terminado efectuamos el siguiente balance de materia:

MATERIA QUE ENTRA = MATERIA QUE SALE

Pulpa + Azúcar + Acido Cítrico = Producto terminado

+ Benzoato de sodio

2.11 Kg + 2.49 Kg + 0.013 Kg + 0.00127 = Producto terminado.

Producto terminado = 4.61 Kg.

Con las mismas características del envase utilizado anteriormente obtuvimos 20 frascos de mermelada. En el proceso resulta una pérdida de 1.4 %.

3.6.7 Equipo Utilizado y Descripción

La elaboración de mermelada se realizó con los mismos equipos de la Fábrica "ALVIL", cuya descripción se hizo durante la elaboración de néctar, en el punto 3.4.6

Producto terminado = 8.042 Kg.

El envase utilizado es de vidrio con capacidad para 8 onzas, por lo que hemos obtenido 35 envases con producto terminado. Las pérdidas que se producen durante el envasado y la cocción en la olla de doble camisa asciende a 1.1 %.

- MERMELADA CON ADITIVOS QUÍMICOS

Para encontrar la cantidad de producto terminado efectuamos el siguiente balance de materia:

MATERIA QUE ENTRA = MATERIA QUE SALE

Pulpa + Azúcar + Acido Cítrico = Producto terminado

+ Benzoato de sodio

2.11 Kg + 2.49 Kg + 0.013 Kg + 0.00127 = Producto terminado.

Producto terminado = 4.61 Kg.

Con las mismas características del envase utilizado anteriormente obtuvimos 20 frascos de mermelada. En el proceso resulta una pérdida de 1.4 %.

3.6.7 Equipo Utilizado y Descripción

La elaboración de mermelada se realizó con los mismos equipos de la Fábrica "ALVIL", cuya descripción se hizo durante la elaboración de néctar, en el punto 3.4.6



3.6.8 Análisis Organolépticos, Químicos y Microbiológicos

3.6.8.1 Análisis Organolépticos

TABLA 45

| | MERMELADA | |
|-------|----------------------|-----------------------|
| | SIN ADITIVOS | CON ADITIVOS |
| COLOR | Anaranjado brillante | Anaranjado brillante. |
| SABOR | Agridulce | Agridulce |
| AROMA | Tipo de la fruta | Tipo de la fruta |

3.6.8.2 Análisis Químicos

TABLA 46

| | MERMELADA | |
|--------------------------|--------------|--------------|
| | SIN ADITIVOS | CON ADITIVOS |
| pH | 3.32 | 3.31 |
| Acidez % | 1.98 | 2.00 |
| Sólidos solubles °Brix | 65.00 | 65.00 |
| Sólidos totales % | 80.84 | 79.98 |
| Azúcares reductores % | 30.01 | 30.23 |
| Acido ascórbico mg/100 g | 65.95 | 66.02 |

También realizamos una evaluación sobre los defectos más comunes que se presentan en las mermeladas, el resultado se expone -

en el cuadro siguiente:

TABLA 47

| DEFECTOS | MERMELADA | |
|----------------------------|--------------|--------------|
| | SIN ADITIVOS | CON ADITIVOS |
| Sangrado o sinéresis | Negativo | Negativo |
| Caramelización de azúcares | Negativo | Negativo |
| Formación del gel | Adecuado | Adecuado |
| Inversión de azúcar | Adecuado | Adecuado |
| Acidez | Adecuada | Adecuada |

3.6.8.3 Análisis Microbiológicos

No hay presencia de mohos.

3.6.9 Almacenamiento a Temperatura Ambiente del Producto Elaborado y Seguimiento Periódico en la Conservación del Mismo

Las mermeladas con y sin uso de aditivos químicos, se presentan con las mismas características físicas, químicas y organolépticas al cabo de seis meses de almacenamiento al medio ambiente.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según recientes estudios del mercado se ha llegado a precisar la creciente demanda de tomate de árbol, como fruta fresca o industrializada, tanto en el mercado nacional como en mercados europeos en donde es altamente cotizada y considerada como una fruta exótica.

Con este precedente, estamos seguros que la presente investigación será beneficiosa para el agricultor y constituirá una guía para el industrial, pues tendría gran rentabilidad la fabricación de productos derivados del tomate de árbol, especialmente si se lo procesa en la época de abundante cosecha.

1. El tomate de árbol es fácilmente adaptable a diferentes climas, como trópicos, subtropicos y climas fríos, desarrollándose en perfectas condiciones a 1500 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio varía entre 14 a 21 grados centígrados, alterándose levemente a temperaturas superiores o inferiores a éstas. Necesita suelos fértiles y con buen drenaje. El método más adecuado de propagación, es por semilla.

2. La variedad más adecuada para industrialización es la variedad andino o tomate criollo, de piel y pulpa de color anaranjado.
3. La recolección del fruto debe hacerse en el período de premadurez óptima, o sea de 7/8 de madurez, ya que así adquiere el máximo valor y sufren el mínimo de deterioro; esta recolección debe hacerse cuidadosamente y de preferencia en forma manual.
4. Cuando los frutos se toman de 7/8 de madurez, es aconsejable que transcurra seis o siete días de maduración para que estén aptos para el consumo o industrialización, ya que han alcanzado el nivel máximo en su composición química y organoléptica.
5. El tomate de árbol es idóneo para la elaboración de néctar a una concentración final de 17 °Brix en proporción de dos partes de pulpa y tres de jarabe, adicionando aditivos químicos, sometidos a una esterilización de 25 minutos a 100 °C.
6. Para néctar de tomate de árbol el envase más adecuado, es el de hojalata estañado con fondo y tapa barnizados.
7. El tomate de árbol es apto para la fabricación industrial de mermelada, sin adición de pectina comercial.
8. El tomate de árbol no debería usarse para elaborar con -

centrado a presión atmosférica, porque se pierden las características organolépticas del fruto.

9. Para elaborar concentrado de tomate de árbol se necesitaría un evaporador al vacío especial para jugos, con lo que se lograría un concentrado de buena calidad.
10. Para elaboración de mermelada se recomienda hacerlo con frutos madurados fuera de la planta y en el estado óptimo de madurez. Lo cual para fabricación de néctar y concentrado, no es necesario.
11. Para envasar concentrado sería preferible utilizar envases con tapa Twist Off.
12. Para lograr una mejor conservación de la mermelada es recomendable el uso de aditivos químicos, pudiendo usarse benzoato de sodio o sorbato de potasio cuya única diferencia radica en el precio.
13. El barniz epoxifenólico no es el adecuado para envasar néctar de tomate de árbol, por lo que en caso de realizar se futuras investigaciones, se recomienda probar envases de hojalata con otros tipos de barniz.

A N E X O S

INDICE DE REFRACCION

El índice de refracción de una muestra es un valor que relaciona el ángulo de incidencia de un rayo luminoso sobre una muestra con el ángulo de refracción. Mide el cambio de dirección que se produce cuando un rayo de luz pasa a través de la sustancia problema.

Para medir el índice de refracción, utilizamos el refractómetro de Abbé, compuesto de dos prismas, los que antes de colocar la muestra se los limpia con acetona, utilizando motas de algodón. Se hace circular agua destilada a la temperatura deseada, generalmente a 20°C, a través de los prismas.

Se comprueba que el refractómetro de una lectura correcta de índice de refracción del agua destilada a 20°C, esto es 1.3330. Si la lectura difiere del valor real, corregir el instrumento utilizando el mando correspondiente del aparato. Sobre el prisma inferior se extiende una fina capa de muestra y después de cerrar se lee el índice de refracción.

Cuando se desee calcular los sólidos solubles expresados en grados brix, y la lectura del refractómetro se haya realizado a 20°C, se lee directamente en las tablas de corrección. Cuando la lectura del refractómetro no se ha medido a la temperatura de 20°C entonces se realizan las correcciones de acuerdo a las tablas existentes en el libro de D. PEARSON. (24)

(24). D. PEARSON. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. 1976. 72.

ACIDEZ TOTAL

Pesar una cantidad de muestra suficiente para que la titulación sea satisfactoria (que consuma al menos varios ml. de sosa cáustica). La cantidad que puede oscilar entre 10 y 20 g.

Añadir 20 ml. de agua destilada, cuando la muestra es soluble en agua, y agitar. Titular con hidróxido de sodio 0.1 N, utilizando fenoptaleína como indicador. Cuando se aproxime el punto final añadir la solución cáustica gota a gota cerciorándose de que el color final no desaparezca.

El resultado se expresa en g de ácido cítrico anhidro por 100 g de muestra.

$$\% \text{ de ácido cítrico anhidro} = \frac{V \times N \times F \times \text{Mili-eq} \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

Donde:

V = volumen de NaOH 0.1 N utilizado

N = Normalidad de NaOH.

F = Factor de NaOH.

Mili-eq = Miliequivalente del ácido cítrico = 0.064 ⁽²⁵⁾

INDICE DE MADUREZ

Como mejor se estima el sabor de los zumos de frutas es a

(²⁵). LEES, R. Análisis de los alimentos. 1980. 64.

partir de la relación de madurez, es decir, la relación entre los grados brix y la acidez (como ácido cítrico). Esta relación determina el balance del sabor entre el dulzor y la acidez, aumenta con la maduración y varía a lo largo de la temporada para frutas con el mismo estado de madurez. ⁽²⁶⁾

HUMEDAD

Se coloca una cápsula de porcelana en una estufa controlada termostáticamente a la temperatura de 105 °C durante 20 minutos después se enfría en un desecador y se pesa. Se pesa la cantidad conveniente de muestra y se distribuye bien sobre el fondo de la cápsula. Si la muestra tuviera mucha agua, se deseca parcialmente sobre un baño de agua antes de colocarla en la estufa. Se transfiere directamente la cápsula que contiene la muestra a la estufa durante el oportuno tiempo de secado y después se coloca en un desecador. Se pesa la cápsula inmediatamente después de que se enfría. Para pesar hasta pesada constante, se vuelve a colocar en la estufa por intervalos de una o media hora.

Con los pesos anteriormente obtenidos, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad (o agua) (\%)} = \frac{\text{pérdida de peso (g)}}{\text{Peso de la muestra tomada (g)}} \times 100 \quad (27)$$

⁽²⁶⁾ y ⁽²⁷⁾. PEARSON, D. 1976. 277. 43

SOLIDOS TOTALES

Una vez que se tiene el dato correcto de la humedad se calcula los sólidos totales con la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos totales (\%)} = 100 - \text{Humedad (\%)} \quad (2^{\circ})$$

VITAMINA C (ACIDO ASCORBICO)

Principio del Método: La pulpa se diluye con ácido metafosfórico para inactivar la oxidasa ascórbica y la vitamina C se determina por acción reductora sobre el colorante azul 2-6 diclorofenolindofenol. La adición de acetona evita la interferencia del dióxido de azufre, debido a la formación del complejo acetona-bisulfato.

Reactivos: Disolución de ácido metafosfórico. Se prepara una disolución acuosa al 20 %.

Disolución patrón de ácido ascórbico. Se disuelven 0.05000 g de ácido metafosfórico al 20% frío en un matraz aforado de 250 ml diluyendo con agua hasta enrasar.

Disolución del colorante de indofenol. Se disuelve en agua fría 0.05 g de 2-6 diclorofenolindofenol y se diluye la disolución a 100 ml. Se filtra y se normaliza, valorándola contra 10 ml de disolución patrón de ácido ascórbico hasta un suave color rosa persistente durante 15 segundos. Se expresa la concentración

(2°). PEARSON, D. 1976. 44.

en términos de miligramos de vitamina C equivalentes a 1 ml de disolución de colorante.

Procedimiento: Se pipetea 50 ml de jugo (o 10 ml o 10 g de jugo concentrado) en un matraz aforado de 100 ml, se añade 25 ml de ácido metafosfórico al 20 % y se enrasa con agua. Se mezcla y se pipetea 10 ml de disolución en un erlenmeyer, se añaden 2.5 ml de acetona y se valora con la disolución del colorante de indofenol hasta un suave color rosa persistente durante 15 segundos. Se calcula el contenido de vitamina C de la muestra como miligramos por 100 ml o 100 g, indicando si es necesaria la densidad del material original (⁹)

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

Dickinson y Goose recomiendan el siguiente método para determinar la actividad pectolítica.

- Disolución de pectina cítrica: Se disuelven en agua 5 g de pectina cítrica y 5.85 g de ClNa y se diluye la disolución a 500 ml.

Procedimiento: Se calienta 50 ml de disolución de pectina cítrica en un vaso, manteniendo la temperatura a 95°C durante 1 minuto y se enfría rápidamente la disolución a 30°C. Se añaden 2 ml de jugo (los concentrados se diluyen primero a su fuerza original), se mezclan bien y se mantienen

(⁹). PEARSON, D. 1976. 280.

a 30°C durante todas las operaciones siguientes.

Con pH-metro se lleva la disolución a pH=7 por adición de NaOH 0.02 N desde una bureta. Se anota la lectura de la bureta y se continúa añadiendo NaOH 0.02 N durante un período de 30 minutos exactos, a fin de mantener el pH a 7 (V ml). Se calcula la actividad del jugo en términos de mg de metoxilo descompuesto por 1 ml - de disolución de enzima.

$$\text{Actividad enzimática} = \frac{V \times 0.02 \times 31}{X}$$

Donde:

X = Volumen del jugo tomado = 2 ml de jugo sin diluir

V = Volumen de NaOH 0.02 N que se requieren para mantener el pH = 7 después de la neutralización.

Las enzimas pécticas se destruyen durante la pasteurización. Si el tratamiento al calor es inadecuado, el material (particularmente en los preparados de pulpa) está expuesto a separarse durante el almacenamiento perdiendo la turbidez deseada. Un jugo tratado en caliente tiene un elevado contenido de hidroximetilfurfurol comparado con un jugo sin calentar. ⁽³⁰⁾

DETERMINACION DE PECTINA

- Pesar 50 g de muestra en un vaso de precipitados de 600 ml y añadir 400 ml de agua. Hervir durante una hora mante -

⁽³⁰⁾. PEARSON, D. 1976. 277.

niendo constante el volumen en 400 ml.

- Transferir el contenido a un matraz volumétrico de 500 ml y diluir hasta la señal de enrase a 20°C.
- Filtrar a través de papel filtro y tomar con pipeta, porciones de 100 ml de esta solución.
- Añadir 100 ml de agua y 10 ml de solución de hidróxido sódico 1 M. Dejar reposar durante la noche.
- Añadir 50 ml de solución acética 1 M y dejar que la solución repose durante cinco minutos. Lentamente añadir 25 ml de cloruro cálcico 1 M bajo agitación constante. Dejar en reposo durante una hora.
- Desecar durante una hora un papel filtro en un pesasustancias. Enfriar y pesar.
- Calentar la solución hasta ebullición. Filtrar en caliente a través del papel filtro previamente pesado.
- Lavar perfectamente el papel de filtro con agua caliente hasta eliminar todas las trazas de cloruro (probar con nitrato de plata/ácido nítrico).
- Transferir el papel filtro y contenido al pesasustancias y desecar a 105°C durante tres horas. Enfriar y pesar. Volver a desecar durante otra media hora y comprobar el

peso para asegurarse de que no se han producido posteriores pérdidas de peso. (³¹)

DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS TOTALES

Método del Fenol Acido Sulfúrico

Aparatos: Espectofotómetro, baño de agua mantenido a 25°C
tubos de ensayo, pipeta de 5 ml.

Reactivos: Solución acuosa de fenol al 5 %, ácido sulfúrico de R = 95.5 %.

Procedimiento:

- a) Pipetee 2 ml de soluciones azucaradas conteniendo 10, 20, 30, 40 y 60 microgramos de azúcar dentro de los tubos de ensayo; adicione 1 ml de solución de fenol y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Realice todas las determinaciones en duplicado. El ácido sulfúrico debe adicionarse rápidamente. La corriente de ácido directo, frente a la superficie líquida, para obtener un buen mezclado. Dejar los tubos en reposo por 10 min., agitar, colocar en un baño de agua por 15 minutos y medir la absorbancia a 490 nm.

- b) Determine los carbohidratos totales en la solución de ensayo por referencia a la curva standar, para el azúcar específico bajo examen.

(³¹). LEES, R. 1980. 181.

DETERMINACION DE PROTEINA

Método kjeldahl. Analizador Kjeltex auto 1030 Tecator de la Planta de Piensos.

Los reactivos usados en esta determinación son:

1. Acido sulfúrico concentrado de grado técnico libre de nitrógeno.
2. Catalizador en tabletas: 1.5 g de sulfato de potasio.
7.5 mg de selenio.
3. Peróxido de hidrógeno de 30 a 35 %.
4. Alkali de calidad estandar para uso técnico. Solución de hidróxido de sodio 35 a 40 %.
5. Acido bórico al 1 % con solución indicadora de verde de bromo-cresol y rojo de metilo.

Preparación: Disolver 100 g de ácido bórico en 10 ml de agua destilada (solución al 1%). Añadir 100 ml de solución de verde bromo-cresol (100 mg en 100 ml de etanol). Añadir 70 ml de rojo de metilo (1.00 mg en 100 ml de metanol). Añadir 5 ml de NaOH 1 M (40 % de NaOH).

SOLUCION ESTANDAR DE ACIDO CLORHIDRICO: Dependiendo del tamaño de la muestra y del contenido de nitrógeno, las soluciones pueden prepararse en un rango de concentración de 0.05-0.5 M (es utilizada en la titulación automática).

Modo de Operar: Prepare la muestra de 200 a 500 mg de pulpa homogenizada. Añada el catalizador en tabletas 2 por cada tubo de digestión. Añada el ácido sulfúrico concentrado desde la pipeta automática y mezclar cuidadosamente moviendo el tubo, adicionar el peróxido de hidrógeno con mucho cuidado para evitar reacciones violentas. Mantenga el tubo en una dirección de tal forma que no le cause daño a Ud. o a otra persona, en caso de suceder reacción violenta. Es preferible añadirlo en dos o más etapas, agitando el tubo ligeramente después de cada adición. Coloque el estand de tubos de digestión con las muestras preparadas, en el digestor y coloque sobre los tubos de digestión el sistema de eliminación de vapores el cual debe estar conectado a una trompa de vacío, previamente el digestor debe estar a la temperatura de trabajo (370°C). Continúe la digestión hasta que esté listo (30 a 60 minutos). Retire el estand con los tubos y el sistema de eliminación de vapores tóxicos y coloque el conjunto en un estado frío para el efecto. Incremente el flujo de aire, si es necesario a través del sistema de eliminación de vapores. Tan pronto como las muestras han sido enfriadas lo suficiente, se procede a la dilución de las mismas con adición de agua destilada, alrededor de 30 ml a cada uno de los tubos. La adición de agua se hace generalmente en dos porciones, agitando inmediatamente de cada adición para evitar la precipitación de sulfatos en la solución.

NOTA: El modo de operación del analizador KJELTEC AUTO 1030 DE TECATOR está ampliamente detallado en el manual de este equipo que es automático, con salida para terminal de computadora y se encuentra en la Planta de Balanceados UTPL.

El cálculo de la cantidad de proteínas presente en las muestras se hace de la siguiente manera:

$$\% \text{ PROTEINA} = \frac{14.01 \times M \times f \times 100 \times \text{Valor leído del titulante}}{\text{mg de muestra}}$$

Donde:

14.01 = peso atómico del nitrógeno

M = molaridad del ácido clorhídrico (mol/L)

f = factor standar KJELDAHL para la proteína (6.25 en general).

DETERMINACION DEL ESTAÑO

A 20 ml de jugo, en un balón de aforo de 100 ml, adicione 10 ml de ácido clorhídrico y luego enrrese hasta la marca con agua. Agite bien, transfiera una suficiente cantidad a los tubos de centrifuga y centrifugue, luego añada 1 ml de cloruro de potasio al 0.2 %.

Prepare standares conteniendo la misma concentración del ácido, como en las muestras con 2 ml de cloruro de potasio al 0.2 por ciento.

Luego de tener calibrado el Espectrofotómetro de Absorción Atómica, se procede a analizar las muestras para este fin.

(³²)

DETERMINACION DEL pH

El pH de las disoluciones es muy importante, ya que de él dependen entre otros aspectos, el grado de disociación de los

(³²). W. J. PRICE, Spectrochemical Analysis By Atomic Absorption. 1979. 231.

centros reactivos de enzimas y sustratos.

Parte experimental:

- Retire el electrodo de la disolución de almacenaje.
- Lave el electrodo con un chorro de agua destilada.
- Seque con cuidado con un papel suave, vuelva a lavar y seque sin frotar.
- Se introduce el electrodo en la solución problema, que se agita suavemente y se espera unos segundos; se conecta el electrodo a "lectura"
- Se espera que el aparato se estabilice dando como buena la lectura estable.

DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES

Para este análisis se emplea el reactivo Fehling, el mismo que se compone de dos soluciones conocidas como Fehling A y Fehling B. La solución A consiste en 69.28 g de sulfato cúprico por litro de agua destilada. La B consiste en 346 g de sal de Rochelle y 130 g de hidróxido de sodio por litro de agua destilada. Estas dos soluciones se combinan para formar el reactivo poco antes del análisis, dando un reactivo de color azul intenso. El azúcar invertido del producto hace cambiar el color del reactivo del azul intenso a un color rojo sucio, formando un precipitado de este color.

La solución del producto se prepara como sigue:



- Se pesa 50 g de producto.
- Se desmenuza la muestra en un mortero de vidrio. Se añade 100 ml de agua destilada. El producto debe quedar suspen dido en el agua.
- La suspensión se pasa a un frasco volumétrico de 250 ml.
- Se completa el volumen hasta 250 ml de agua destilada.
- Se vierte el contenido a un vaso de precipitado, el cual - debe estar seco y limpio.
- Se somete a ebullición y se deja enfriar hasta 15°C.
- La solución se devuelve al frasco volumétrico y se comple- ta el volumen nuevamente hasta 250 ml con agua destilada.
- Se filtra la solución.
- Con una pipeta, se introduce 25 ml de filtrado en otro - frasco volumétrico de 250 ml.
- Se vuelve a completar el volumen hasta 250 ml con agua - destilada.

El análisis se efectúa mediante las siguientes operaciones:

- Con una pipeta se toman 25 ml de la solución de Fehling y - se introducen en un frasco erlenmeyer de 100 ml.
- Se coloca el frasco en un mechero bunsen.
- Se llena una bureta con la solución al 2 % del producto.
- Se añaden 10 ml de la solución del producto al reactivo - Fehling.
- Se lleva el reactivo con la solución del producto a ebulli- ción.
- Cuando hierva, se adiciona lentamente más solución del pro ducto hasta que el color azul del reactivo se aclare.

- Se añaden 3 gotas de una solución acuosa de azul de metileno al 1 %.
- Se continúa la titulación, gota por gota, mientras que el reactivo está hirviendo.
- Cuando el color se vuelve rojo sucio, se termina la titulación.
- Se toma la lectura de la cantidad de milímetros de la solución del producto utilizada.

El porcentaje de peso del azúcar invertido del producto, de acuerdo con la cantidad de milímetros de la solución del producto usado en la titulación, se lee en las tablas que existen para el efecto. ⁽³³⁾

ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Para el análisis de mohos y levaduras se procede de la siguiente manera:

- Se selecciona un número representativo de latas (o frascos) de cada lote.
- Se examinan los posibles defectos físicos de las latas, que corresponden a cierres defectuosos, grietas en las uniones, perforaciones, enmohecimientos u otro tipo de corrosión, abolladuras y bases abultadas.
- Si alguna de las latas seleccionadas presenta estos defectos, debe examinarse por separado.

⁽³³⁾. MARCO MEYER. Control de calidad de Productos Agropecuarios 1983. 72.

- Las latas deben abrirse en una cámara de inoculación en donde se asegura una atmósfera estéril.
- Se frota la parte superior de la lata con alcohol y luego se flamea.
- Se abre la lata con un abrelata estéril.
- Si el producto alimenticio es líquido, se toma la muestra con una pipeta estéril y se pone en un recipiente estéril.
- La secuencia de diluciones que se van a preparar depende del número esperado de microorganismos en la muestra con base al pH del producto y al tiempo de esterilización; normalmente se diluye por un factor 10 y se repite tantas veces como sea necesario, utilizando la solución amortiguadora.
- Para cada disolución se usan pipetas estériles diferentes
- El medio de cultivo generalmente utilizado para identificar mohos y levaduras en frutas y hortalizas es la Sabouraud, el mismo que se esteriliza a 121°C durante 15 minutos antes de colocarlo en las cajas petri.
- Como solución amortiguadora se utiliza la solución de Ringer, previamente esterilizada a 121°C.
- La siembra se la realiza en condiciones asepticas, flameando previamente todos los utensilios, es aconsejable realizar tres muestras por cada dilución.
- Las cajas se incuban a 37°C durante 48 horas, si no presentan ninguna alteración se las deja durante 72 horas a la misma temperatura; la lectura se toma de las cajas que presenten entre 30 y 300 colonias. ⁽³⁴⁾

⁽³⁴⁾. MARCO MEYER. Control de calidad de Productos Agropecuarios 1983. 89.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA

Densidad Relativa: Es la relación entre la densidad de un producto y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada.

Resumen: Determinar la densidad relativa a 20/20°C por relación entre la masa de una muestra analizada y la masa del agua destilada, siendo ambas de un mismo volumen.

Procedimiento: La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Pesar con aproximación al 0.1 mg el picnómetro limpio y seco (previamente se lo limpia con acetona y éter dietílico).
- Llevar el picnómetro con agua destilada (recientemente hervida y enfriada hasta 15 - 18°) hasta la marca respectiva, evitando formación de burbujas de aire y colocar la tapa.
- Sumergir el picnómetro en el baño de agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ durante 30 minutos.
- Retirar el picnómetro del baño, secarlo exteriormente y pesarlo con aproximación al 0.1 mg.
- Secar y limpiar cuidadosamente el picnómetro y evitando la formación de burbujas de aire, colocar en él la muestra respectiva; tapar y sumergir el picnómetro en el baño a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Retirar el picnómetro del baño, secarlo cuidadosamente por la parte exterior y pesar con aproximación al 0.1 mg.

Cálculos Se usa la siguiente ecuación:

$$d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Siendo:

d = densidad relativa a 20/20°C

m = masa del picnómetro vacío, en g.

m = masa del picnómetro con agua, en g.

m = masa del picnómetro con la muestra, en g.

Resultados: La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0.1 %. Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados. ⁽³⁵⁾

⁽³⁵⁾. Norma Obligatoria INEN. 391.

ANALISIS ORGANOLEPTICO

Nombre _____ Fecha _____

Hora _____

Evalúe con atención las muestras de acuerdo con la escala siguiente:

- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 9. Me gusta extraordinariamente | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 8. Me gusta mucho | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 7. Me gusta moderadamente | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 6. Me gusta ligeramente | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 5. Ni me agrada ni me desagrada | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4. Me desagrada ligeramente | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3. Me desagrada moderadamente | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2. Me desagrada mucho | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 1. Me desagrada extraordinariamente | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

AROMAS:

M-1

INTENSIDAD

- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 5. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 1. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 0. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

CALIDAD

- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 5. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 1. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 0. | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

COLOR, ORDEN DE PREFERENCIA:

OBSERVACIONES

MUCHAS GRACIAS

BIBLIOGRAFIA

1. ARANHA, C. A. *Arvore do tomate*. Publicación del Instituto Agrario de Sao Paulo, 1970.
2. ANONYMUS. *Talking over tamarillos*, Publicación del Departamento Agrario de Wellington, Nueva Zelandia, 1975, pp.-112.
3. BANLIEU, Jaime. *Técnica de la Fabricación de Conservas Alimenticias*, Segunda Edición, Editorial Sintet, Barcelona-España, 1967, pp. 222.
4. BRAVERMAN, J.B.S. *Introducción a la Bioquímica de los Alimentos*, Primera Edición española, Ediciones Omega S.A, Traducción de Bernabé Sanz Pérez y Justino Burgos, Barcelona-España, 1967, pp. 267.
5. BASTIDAS, Vicente y ROSALES, Benigno. *Proyecto de Factibilidad y Diseño de una Planta para la obtención de Pasta de Tomate*, Tesis de Grado. 1978.
6. CONTANCEAU, M. *Fructicultura: Técnica y Economía de los Cultivos de Rosáceas Leñosas*, Primera Edición, Ediciones de Occidente S.A., Barcelona, España.
7. DUCKWORT, R.B. *Frutas y Verduras*, Primera Edición, Traducida por Pedro Ducar, Editorial Acribia, Zaragoza, España 1968, pp. 304.
8. DURAN FLORES, J. *Mermeladas y Jaleas: Las pectinas y el fenómeno de la gelificación*, Revista Ciencia y Tecnología Agroquímica, Madrid, España, 1977.

9. DASLANI, S.N. y CHANDAL, K. P. *The little grown tree tomato*. Publicación del Departamento de Investigaciones de la Universidad de Yale, Estados Unidos, 1980.
10. ELLIS, Robert y JACKSON John. *Primera Edición*, Avi Publishing Company, Michigan, Estados Unidos, 1981, pp. 520.
11. FIELDS, Marion. *Fundamentals of food microbiology*. Avi Publishing Company Westport, Connecticut, 1979, pp. 332.
12. FLETCHER, W.A. *Tamarillo production in New Zeland, Orchard, - New Zeland*, 1976.
13. FISH, M. B. *The tree tomato. California rara fruit growers - yearbook*. Publicado por el Departamento Agrario de los - Estados Unidos, 1978.
14. GIERSCHNER, K. Dr. Ing. *Pectin and pectin enzymes in fruit - and vegetable technology*. Publication of Department of - Food Technology University of Achenheim, Stuttgart.
15. HEID, J. L. and JOSLYN, M.A. *Food Processing Operations. Vo lumen 1, Second Edition*, Editorial Avi Publishing Compa ny, Wesport, Connecticut, Estados Unidos, 1965. pp.562.
16. HERSOM, A.C. y HULLAND, E.D. *Conservas Alimenticias. Segun da Edición Española, Traducido por Bernabé Sanz Pérez, - Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1974, pp. 359.*
17. HAMILTON, R.G. *Tree Tomato Culture*. Publication of Depart ment Agronomic of Wellington, New Zeland, 1974.
18. LOPEZ LORENZO, Venancio. *Conservación de Frutas y Hortalizas* Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1976, pp.186.
19. LEES, R. *Análisis de los Alimentos. Segunda Edición Español a, traducida por el Dr. José Fernández Salguero, Editio rial Acribia, Zaragoza, España, 1981. pp. 288.*

20. MEYER, Marco. *Control de Calidad de Productos Agropecuarios, -
Manuales para Educación Agropecuaria*, Editorial Poligrá-
fica, México, 1983, pp. 102.
21. MARTINEZ ZAPORTA, Felipe. *Fructicultura Fundamentos y Prácti-
ca. Segunda Edición*, Instituto Nacional de Investigacio-
nes Agronómicas. 1964. pp. 1003.
22. McLENNAN, M. *Tamarillos truly are versatile. Department of
Scientific and Industrial Research, Wellington, New Ze-
land, 1971, pp. 61.*
23. PEARSON, D. *Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Ali-
mentos. Segunda Edición, traducida por C. Romero y J.L
Miranda, Editorial Acribia, España, 1967, pp. 330.*
24. RAUCH, George H. *Fabricación de Mermeladas. Traducido por Ve-
nancia López, Editorial Acribia, Zaragoza, España 1973
pp. 190.*
25. TRESSLER, Donald y NELSON, Philip. *Fruit and Vegetable Juice
Processing Technology, Third edition, Avi Publishing -
Company, Westport, Connecticut, 1981, pp. 593.*
26. PRICE, W. J. *Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption ,
Printed litho and bound in Great Britanian, Heydon and
Son Ltd. 1979, pp. 392.*