

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERIA QUÍMICA

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO PARA °Bx EN CONCENTRADO DE PULPAS DE MANGO EN LA EMPRESA MEXIFRUTAS S.A. DE C.V.

ASESOR INTERNO:

ING. LUIS ALBERTO JIMENEZ ZEBADUA

ASESOR EXTERNO:

IBQ. CRISTINA LIZBETH MORENO HERNÁNDEZ

PRESENTA:

C. CRISTINA COLMENARES VELA

NÚM. DE CONTROL:

12270554

TUXTLA GUTIERREZ; CHIAPAS

Agosto/2017

Índice

| | |
|--|-----|
| Índice de tablas..... | iv |
| Índice de Figuras..... | vi |
| Índice de gráficos..... | vii |
| Introducción..... | 1 |
| Capítulo 1..... | 2 |
| Caracterización del proyecto..... | 2 |
| 1.1. Definición del problema..... | 3 |
| 1.2. Justificación..... | 3 |
| 1.3. Objetivos generales y específicos..... | 3 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4. Delimitación..... | 3 |
| 1.5. Alcances..... | 4 |
| Capítulo 2..... | 5 |
| Aspectos generales de la empresa..... | 5 |
| 2.1. Razón social..... | 6 |
| 2.2. Giro..... | 6 |
| 2.3. Ubicación de la empresa..... | 6 |
| 2.4. Misión y visión..... | 7 |
| 2.4.1. Misión..... | 7 |
| 2.4.2. Visión..... | 7 |
| 2.5. Filosofía..... | 7 |
| 2.6. Políticas de calidad..... | 7 |
| 2.7. RFC..... | 8 |
| 2.8. Organigrama..... | 8 |
| 2.9. Área de influencia (área específica de mercado)..... | 10 |
| 2.10. La calidad en el proceso de Concentrado de Pulpas..... | 10 |
| 2.11. Certificaciones de la empresa..... | 11 |
| 2.11.1 FSSC 22000 Sistema de gestión de inocuidad alimentaria..... | 11 |
| 2.11.2 ISO 9001..... | 11 |
| 2.11.3 SGF IRMA..... | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 2.11.4 USDA ORGANIC | 12 |
| 2.11.5 RAINFOREST ALLIANCE | 12 |
| 2.11.6 SUPERVISORES EN CALIDAD KOSHER S.C..... | 13 |
| 2.11.7 Sedex cadena de suministro responsable..... | 13 |
| 2.12. <i>Mango</i> | 14 |
| 2.13. <i>Diagrama de flujo de proceso</i> | 15 |
| Capítulo 3 | 18 |
| Fundamento teórico | 18 |
| 3.1. <i>Conceptos relacionados con el proyecto</i> | 19 |
| 3.1.1. Calidad | 19 |
| 3.1.2. Evaporador | 19 |
| 3.1.3. Grados Brix..... | 19 |
| 3.1.4. Jugo de fruta concentrada | 19 |
| 3.2. <i>Terminología de la ingeniería de la calidad</i> | 19 |
| 3.3. <i>Las siete herramientas para el Control Estadístico de Procesos</i> | 20 |
| 3.3.1. Distribución de frecuencia y el histograma | 20 |
| 3.3.1.1. Interpretación del Histograma | 21 |
| 3.3.2. La carta de control | 23 |
| 3.3.2.1 Tipos de cartas de control. | 24 |
| 3.4. <i>Análisis de varianza (ANOVA) y análisis de covarianza (ANCOVA)</i> | 25 |
| 3.5. <i>Control estadístico de procesos</i> | 29 |
| Capítulo 4 | 31 |
| Metodología | 31 |
| 4.1. <i>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.</i> | 32 |
| 4.1.1. MexiFrutas | 33 |
| 4.1.1.1. Recopilación de información | 33 |
| 4.1.2. Clasificación en tablas..... | 33 |
| 4.1.3. Realizar el diagnostico en base a la especificación interna de la empresa..... | 34 |
| Capítulo 5 | 35 |
| Resultados | 35 |
| 5.1. <i>ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Brix</i> | 36 |
| 5.1.1. Lectura de calidad en el evaporador | 36 |
| 5.1.2. Lectura de producción en el evaporador | 39 |
| 5.1.3. Lectura de calidad producto terminado..... | 42 |
| 5.1.4. Análisis de varianza | 44 |
| 5.2. <i>ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx</i> | 47 |
| 5.2.1. Lectura de calidad en el evaporador | 47 |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| 5.2.2. | Lectura de producción en el evaporador | 50 |
| 5.2.3. | Lectura de calidad producto terminado..... | 53 |
| 5.2.4. | Análisis de varianza | 55 |
| 5.3. | <i>PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO</i> | 58 |
| 5.3.1. | Lectura de calidad en el evaporador | 58 |
| 5.3.2. | Lectura de producción en el evaporador | 60 |
| 5.3.3. | Lectura de calidad en el producto terminado | 62 |
| 5.3.4. | Análisis de varianza | 64 |
| 5.4. | <i>Discusión de resultados</i> | 67 |
| Capítulo 6 | | 68 |
| Conclusión y recomendaciones | | 68 |
| 6.1. | <i>Conclusión</i> | 69 |
| 6.2. | <i>Recomendaciones</i> | 69 |
| Anexos | | 70 |
| Referencias bibliográficas | | 77 |

Índice de tablas

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Tabla 2.1 | Características de algunas variedades de mango. | 15 |
| Tabla 5.1 | Frecuencia del A.T.M.C. lectura de calidad en el evaporador. | 38 |
| Tabla 1.2 | Frecuencia del A.T.M.C. lectura de producción en el evaporador. | 41 |
| Tabla 5.3 | Frecuencia del A.T.M.C. lectura de calidad del producto terminado. | 43 |
| Tabla 5.4 | Análisis de varianza del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx | 44 |
| Tabla 5.5 | Análisis de varianza del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx en el evaporador | 45 |
| Tabla 5.6 | Análisis de varianza del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx comparación de evaporador y producto terminado. | 46 |
| Tabla 5.7 | Frecuencia del A.M.C. lectura de calidad en el evaporador. | 49 |
| Tabla 5.8 | Frecuencia del A.M.C. lectura de producción en el evaporador. | 52 |
| Tabla 5.9 | Frecuencia del A.M.C. lectura de calidad del producto terminado. | 54 |
| Tabla 5.10 | Análisis de varianza del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx | 55 |
| Tabla 5.11 | Análisis de varianza del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx en el evaporador. | 56 |
| Tabla 5.12 | Análisis de varianza del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx comparación de evaporador y producto terminado. | 57 |
| Tabla 5.13 | Frecuencia del P.C.M.A. lectura de calidad en el evaporador. | 59 |
| Tabla 5.14 | Frecuencia del P.C.M.A. lectura de producción en el evaporador. | 61 |
| Tabla 5.15 | Frecuencia del P.C.M.A. lectura de calidad en el producto terminado. | 63 |
| Tabla 5.16 | Análisis de varianza del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx. | 64 |
| Tabla 5.17 | Análisis de varianza del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx en el evaporador. | 65 |
| Tabla 5.18 | Análisis de varianza del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx comparación evaporador y producto terminado. | 66 |

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Tabla 6.19 | Promedio por lotes del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 70 |
| Tabla 6.20 | Promedio por lotes del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador | 71 |
| Tabla 6.21 | Promedio por lotes del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado | 72 |
| Tabla 6.22 | Promedio por lotes del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 73 |
| Tabla 6.23 | Promedio por lotes del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador. | 73 |
| Tabla 6.24 | Promedio por lotes del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado. | 74 |
| Tabla 6.25 | Promedio por lotes del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 74 |
| Tabla 6.26 | Promedio por lotes del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx lectura de producción en el evaporador. | 75 |
| Tabla 6.27 | Promedio por lotes del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx lectura de calidad del producto terminado. | 75 |
| Tabla 6.28 | Especificación interna de la empresa. | 76 |
| Tabla 6.29 | Especificación general de la empresa. | 76 |

Índice de Figuras

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| Figura 2.1 | Ubicación de MexiFrutas planta Chiapas | 6 |
| Figura 2.2 | Fachada de MexiFrutas planta Chiapas. | 7 |
| Figura 2.3 | Organigrama de MexiFrutas planta Chiapas | 9 |
| Figura 2.4 | Organigrama del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad en planta Chiapas. | 9 |
| Figura 2.5 | Certificación FSSC 22000 | 11 |
| Figura 2.6 | Certificación ISO 9001 | 11 |
| Figura 2.7 | Certificación SGF IRMA | 12 |
| Figura 2.8 | Certificación USDA ORGANIC | 12 |
| Figura 2.9 | Certificación RAINFOREST ALLIANCE | 13 |
| Figura 2.10 | Certificación de SUPERVISORES EN CALIDAD KOSHER | 13 |
| Figura 2.11 | Certificación Sedex | 13 |
| Figura 2.12 | Diagrama de flujo para la elaboración de pulpas asépticas de mango. | 17 |
| Figura 3.1 | Distribución típica reflejada por un histograma. Se han agregado los correspondientes índices para evaluar la capacidad del proceso. | 22 |
| Figura 3.2 | Ideas y elementos de una carta de control. | 24 |
| Figura 3.3 | Gráfico histograma de la frecuencia de sucesos. $c = \text{media}$, $\sigma = \text{desviación rms}$. También se muestra su ajuste por una distribución de probabilidad normal. | 30 |
| Figura 4.1 | Diagrama de flujo del procedimiento a emplear. | 32 |
| Figura 4.2 | Procedimiento de lectura de °Brix | 33 |

Índice de gráficos

| | | |
|----------------------|---|-----------|
| Gráfico 5.1 | Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 36 |
| Gráfico 5.2 | Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 37 |
| Gráfico 5.3 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad en el evaporador. | 38 |
| Gráfico 5.4 | Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador. | 39 |
| Gráfico 5.5 | Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador. | 40 |
| Gráfico 5.6 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de producción en el evaporador. | 41 |
| Gráfico 5.7 | Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado. | 42 |
| Gráfico 5.8 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad del producto terminado. | 43 |
| Gráfico 5.9 | Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 47 |
| Gráfico 5.10 | Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 48 |
| Gráfico 5.11 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad en el evaporador. | 49 |
| Gráfico 5.12 | Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador. | 50 |
| Gráfico 5.13 | Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador. | 51 |
| Gráfico 5.14. | Gráfico histograma de frecuencia lectura de producción en el evaporador | 52 |

| | | |
|----------------------|--|-----------|
| Gráfico 5.15 | Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado. | 53 |
| Gráfico 5.16 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad del producto terminado. | 54 |
| Gráfico 5.17 | Gráfico de control del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx lectura de calidad en el evaporador. | 58 |
| Gráfico 5.18 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad en el evaporador. | 59 |
| Gráfico 5.19 | Gráfico de control del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx lectura de producción en el evaporador. | 60 |
| Gráfico 5.20 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de producción en el evaporador. | 61 |
| Gráfico 5. 21 | Gráfico de control del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx lectura de calidad del producto terminado. | 62 |
| Gráfico 5.22 | Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad del producto terminado. | 63 |

Introducción

En la actualidad, la calidad se ha convertido en un factor de decisión importante de los consumidores para elegir entre productos y servicios que compiten (Montgomery, 2009).

MexiFrutas es una empresa que cuenta con clientes nacionales e internacionales, que exporta a países como estados unidos, Japón, Sudamérica y parte de Europa. Por lo cual, genera productos de calidad mundial. La demanda por parte de los consumidores, ha llevado a establecer los más altos estándares de calidad del mercado, permitiéndole así elaborar productos altamente inocuos y dentro de las especificaciones de sus clientes (PADILLA, 2015) .

Las normas de productos son especificaciones y criterios aplicables a características de los productos. *Las normas de elaboración* son criterios relativos a la manera en que éstos deben ser fabricados (FAO, 2017). La ISO 9001 es una norma internacional que toma en cuenta las actividades de una organización, sin distinción de sector de actividad. Esta norma se concentra en la satisfacción del cliente y en la capacidad de proveer productos y servicios que cumplan con las exigencias internas y externas de la organización (9000, 2001). Por tal motivo, la empresa MexiFrutas cuenta con la certificación de la norma ISO 9001, la cual, es la base del Sistema de Gestión de la Calidad, la cual sirve a mantener una posición competitiva dentro del mercado.

El propósito principal de una mejora de calidad es la reducción de la variabilidad en procesos y productos una forma de emplearlo es mediante algún método estadístico. El control estadístico de proceso es un conjunto de herramientas de diagnóstico, que ayuda a observar y analizar la variabilidad. De manera que, determine una acción correctiva a la variabilidad que se presenta en un proceso, la más representativa es la carta de control.

La parte más importante del proceso es en el evaporador. El propósito del evaporador es remover agua y en consecuencia concentrar la calidad de las propiedades básicas de la pulpa de la fruta así como sabor, color, olor y viscosidad (MexiFrutas). La planta Chiapas elaboro 4 tipos de concentrados esta temporada 2017. En el proceso se realizan análisis fisicoquímicos y los puntos estratégicos para su inspección fueron la pulpa evaporada y pulpa de producto terminado.

Capítulo 1

Caracterización del proyecto

1.1. Definición del problema

Los análisis fisicoquímicos en línea de la planta Chiapas, arroja variaciones en las lecturas de °Brix en el Evaporador y su producto terminado, esto crea irregularidades en cuanto al lineamiento de la empresa en los diferentes concentrados. Esta desviación significativa se detectó al verificar las lecturas provenientes del refractómetro de calidad comparado con las lecturas del refractómetro de producción.

1.2. Justificación

El estudio evalúa la variabilidad y tendencia en °Bx en el proceso, de manera que se conozca en primera instancia la magnitud de variabilidad presente en los puntos estratégicos de inspección, y determinar si es significativa o no. De acuerdo a los resultados obtenidos, proponer la(s) acción(es) correctiva(s), y lograr la disminución en la variación del proceso. Por consiguiente, planta Chiapas conocerá y analizará si el proceso, opera satisfactoriamente, y así, mantener la certificación de la Norma ISO 9001.

1.3. Objetivos generales y específicos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la variabilidad y tendencia de °Brix de concentrados de pulpa de mango para obtener las especificaciones técnicas deseadas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la tendencia de °Brix en cada uno de los concentrados.
- Analizar estadísticamente cada uno de los concentrados.
- Determinar la variabilidad °Brix del equipo de producción con el equipo de Calidad en el evaporador.
- Determinar la variabilidad °Brix de la pulpa de Evaporador con la pulpa de Producto terminado.

1.4. Delimitación

El informe se enfoca únicamente para conocer y analizar estadísticamente la variabilidad y tendencia en °Brix del área de Evaporado y producto terminado.

1.5. Alcances

- El proyecto se realizara en las instalaciones de MexiFrutas planta Chiapas, localizada en Arriaga; Chiapas, en el Departamento de control y aseguramiento de la calidad.
- El proyecto se realizara en un periodo de duración de la temporada 2017.
- Se realizara el diagnóstico de la variabilidad y tendencia en el proceso de concentrado de pulpas asépticas de diferentes especies de mango para evaluar su grado de cumplimiento.
- El presente informe será capaz de establecer un °Brix en el evaporador que mantenga en especificación el producto terminado.

Capítulo 2

Aspectos generales de la empresa

2.1. Razón social

MEXIFRUTAS, S.A. de C.V.

2.2. Giro

MEXIFRUTAS es una empresa cuyo objetivo es fabricar industrialmente concentrados y pulpas asépticas de frutas tropicales como son: mango, guayaba, guanábana, entre otros; con la finalidad de satisfacer las diferentes necesidades de sus clientes.

La empresa se parte del sector secundario dado que se encarga de la venta pero no de la distribución del producto, el cliente es el que se encarga de la distribución del producto, la empresa tiene clientes nacionales e internacionales.

2.3. Ubicación de la empresa

La segunda planta MEXIFRUTAS se ubica en el Estado de Chiapas en el municipio de Arriaga, Carretera Arriaga – Tapanatepec K. M. 28-735 S/N, C.P. 30450, Chiapas se localiza al **sureste** de México; colinda al norte con el estado de Tabasco, al oeste con Veracruz y Oaxaca, al sur con el Océano Pacífico y al este con la República de Guatemala.

En la Figura 2.1, se muestra un mapa de la ubicación de la empresa MexiFrutas planta Chiapas y en la Figura 2.2, se puede visualizar la fachada de la empresa.



Figura 2.1 Ubicación de MexiFrutas planta Chiapas.

Fuente: www.google.com.mx/maps

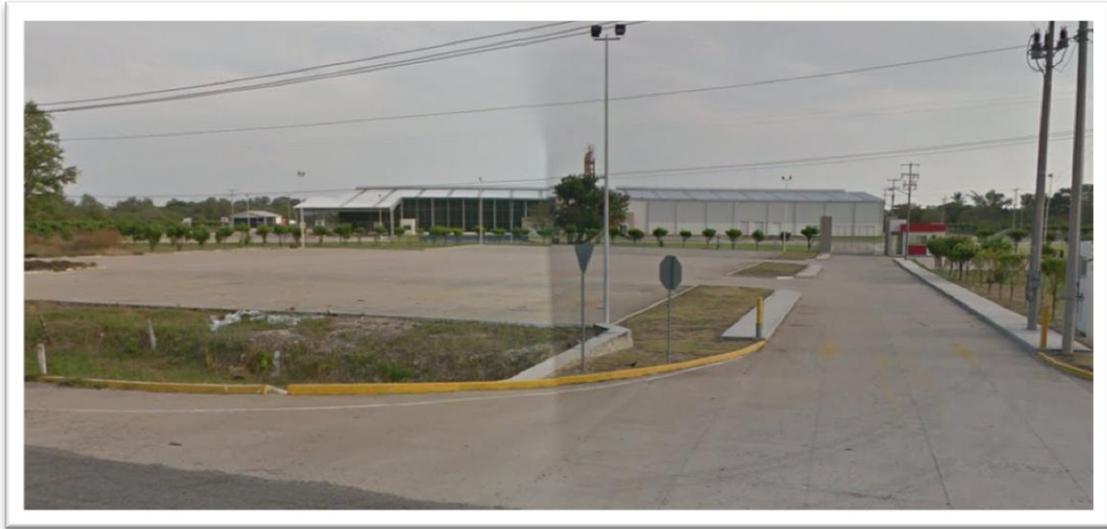


Figura 2.2 Fachada de MexiFrutas planta Chiapas.

Fuente: www.google.com.mx/maps

2.4. Misión y visión

2.4.1. Misión

Elaborar con los productos del campo mexicano, concentrados y pulpas de frutas y sus derivados, con los más altos índices de calidad mundial, aceptados y reconocidos nacional e internacionalmente, alcanzando los intereses de rentabilidad de la empresa y desarrollo del elemento humano.

2.4.2. Visión

Que nuestros productos no reconozcan fronteras y lleguen a ser consumidos en todo el mundo, consolidándonos como la mejor empresa de México en su ramo.

2.5. Filosofía

Siempre y en todo momento tendremos el concepto de calidad total como una norma a seguir en nuestra empresa y en nuestra vida personal.

2.6. Políticas de calidad

En MEXIFRUTAS estamos comprometidos en procesar productos agroalimentarios bajo un Sistema de Gestión integrado y de mejora continua. Que garantice la calidad e inocuidad de los alimentos para satisfacer las necesidades del cliente y

consumidores, según su uso previsto, conforme a los requisitos legales y reglamentarios que nos aplican.

2.7. RFC

MEX-020130-QD3

2.8. Organigrama

La estructura orgánica con la que cuenta MexiFrutas es de un sistema basado en jerarquía lineal con responsabilidades de forma descendente.

En la Figura 2.3, se puede apreciar de manera general como MexiFrutas está estructurada organizacionalmente. El proyecto se realizó en el departamento de control y aseguramiento de la calidad, en el que esta la gerencia de calidad, en cual se colaboró con la supervisora y analista de pulpas, como se puede visualizar dentro del organigrama.

En la Figura 2.4, se muestra el organigrama del departamento de aseguramiento de control y calidad.

- **Gerente de calidad:** Liberar el producto terminado y que cumpla con las especificaciones del cliente en calidad e inocuidad.
- **Supervisor:** Encargado de verificar que los análisis que se realizan durante el proceso se encuentren dentro de especificación, de no ser así; realiza una coordinación con producción, descarga, etc. De esta manera determinar donde se encuentra el problema.
- **Analista de pulpa, IQF y deshidratado:** Realizar análisis fisicoquímicos en tiempo y forma; y que el producto este dentro de especificación.

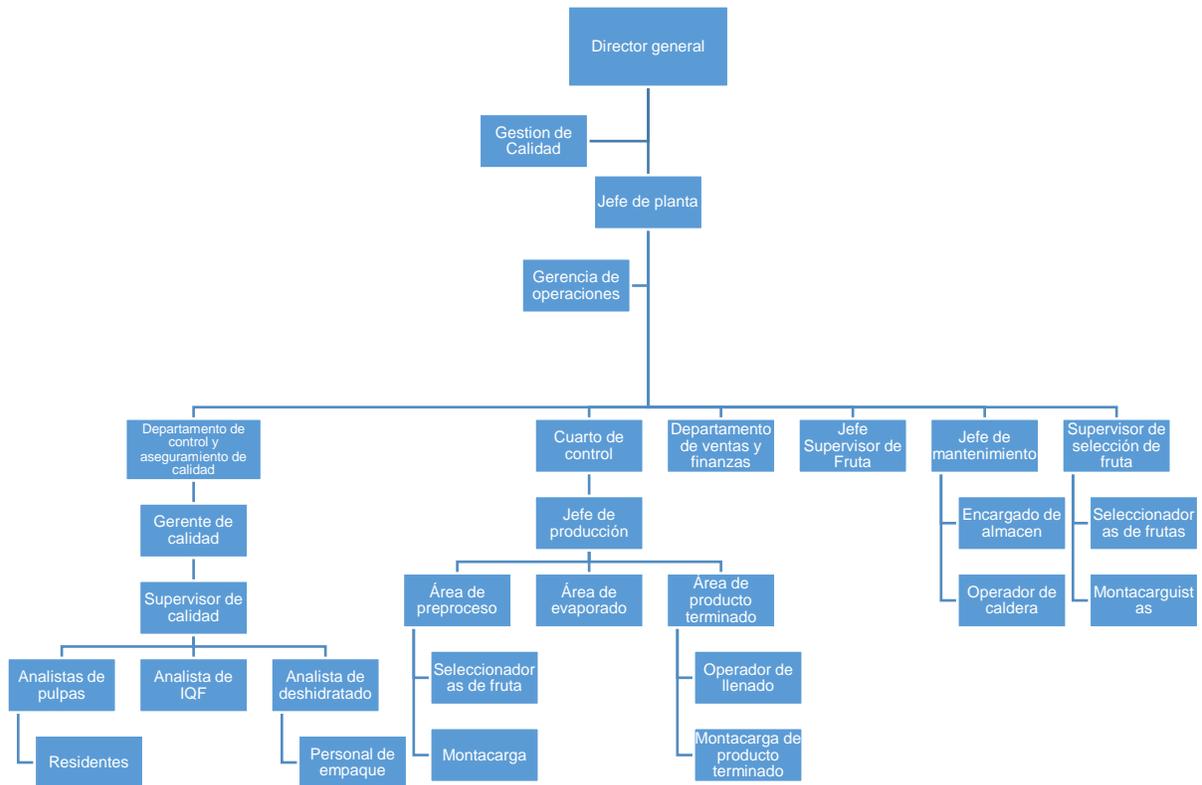


Figura 2.3 Organigrama de MexiFrutas planta Chiapas

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.4 Organigrama del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad en planta Chiapas.

Fuente: Elaboración propia.

2.9. Área de influencia (área específica de mercado)

Cruzando fronteras, los concentrados de fruta tropical han permitido a los clientes crear una enorme variedad de productos de gran calidad, así también con los productos congelados se ha logrado ofrecer un producto fresco en lugares que por su naturaleza no se cosechan y muy pronto se estarán procesando estabilizados siendo una opción más para la industria del yogurt, panificación, confitería y bebidas.

2.10. La calidad en el proceso de Concentrado de Pulpas

La empresa pertenece al sector secundario lo cual señala que un factor importante en la calidad de su proceso depende en primera estancia de la materia prima que llega al proceso. El mango al ser un producto alimenticio que proviene de la agricultura tiene factores que afectan su calidad el primero de ellos comprende la temperatura, humedad relativa, precipitaciones, viento, naturaleza del suelo, etc., en el segundo hay que considerar el abonado, riego, poda, tratamiento, etc. y en el tercero el estado de madurez en la recolección. [6] Este último factor es el que más nos compete debido a que el fruto debe alcanzar un determinado °Brix dependiendo de la variedad que se requiera; el no alcanzar el °Brix establecido de cada variedad afecta en el rendimiento.

El departamento de aseguramiento y control de calidad de la empresa MEXIFRUTAS se encarga de que el producto obtenga las especificaciones técnicas deseadas que el cliente requiere mediante los análisis fisicoquímicos que se realizan en cada una de los puntos de control, pulpa refinada, pulpa concentrada y llenadora o envasado. Los análisis están divididos en físicos (Speck, consistencia y color), químicos (°Bx, Ph, acidez) y los sensoriales (color, sabor y olor).

Estos análisis tienen parámetros establecidos apto para las especificaciones del cliente, en el proceso se tiene que cuidar todos y cada uno de estos parámetros un pH bajo indica una acidez baja y es proporcional siempre y cuando el °Brix se mantenga en determinado valor, conforme el proceso avanza la pulpa tiene que concentrarse a un °Brix mayor por lo cual la acidez cambia en muchas ocasiones a valores altos.

Una vez terminado el proceso de molienda se efectúan análisis microbiológicos al producto los cuales son:

- Coliformes
- Cuenta total (Mesófilos y Termófilos)
- TAP (Bacterias Termófilas Termoresistentes)
- HRM (Hongos Esporulados Termoresistentes)
- Hongos Howard
- Most y Levaduras

2.11. Certificaciones de la empresa

2.11.1 FSSC 22000 Sistema de gestión de inocuidad alimentaria

Desarrollada por la Fundación para la Certificación de la Inocuidad Alimentaria, FSSC 22000 (Figura 2.5), representa un nuevo enfoque a la gestión de riesgos de inocuidad alimentaria en toda la cadena de suministro. FSSC 22000 es un esquema de certificación completo basado en la norma ISO 22000, el sistema internacional de inocuidad alimentaria, combinado con una de las especificaciones técnicas (por ejemplo PAS 220/ISO-TS 22002-1 o PAS 223) y requisitos adicionales de Global Food Safety Initiative (GFSI). FSSC 22000 ha recibido pleno reconocimiento por GFSI (LRQA, 2017).



Figura 2.5 Certificación FSSC 22000

2.11.2 ISO 9001

Es una norma de sistemas de gestión de la calidad (SGC) reconocida internacionalmente. La norma ISO 9001 (Figura 2.6), es un referente mundial en SGC, superando el millón de certificados en todo el mundo.



Figura 2.6 Certificación ISO 9001

2.11.3 SGF IRMA

SGF / IRMA (Figura 2.7), se ha convertido en una marca ampliamente conocida que garantiza la calidad de los productos certificados. Nuestros miembros depositan su confianza en la certificación de nuestras plantas IRMA al comprar sus materias primas.

IRMA es responsable del control de los mercados de materias primas, así como procesadores de frutas, estaciones de mezcla, comerciantes, corredores, almacenes, estaciones de limpieza de tanques, almacenes frigoríficos y empresas de transporte que participan en el VCS (International, 2012).



Figura 2.7 Certificación SGF IRMA

2.11.4 USDA ORGANIC

Los alimentos orgánicos se cultivan siguiendo la norma del Programa Nacional Orgánico (en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Los agricultores orgánicos se enfocan en dejar un mejor ambiente para el futuro. Utilizan recursos renovables y conservan los suelos y la calidad del agua.

El sello "USDA Organic" (Figura 2.8), también le dice que un producto es 100% orgánico o hecho con al menos 95% de ingredientes orgánicos. Los productos con 70-94% de ingredientes orgánicos no pueden utilizar el sello "USDA Organic", pero pueden ser etiquetados en inglés "Made with Organic Ingredients" (Hecho con ingredientes orgánicos) (NPIC, 2015).



Figura 2.8 Certificación USDA ORGANIC

2.11.5 RAINFOREST ALLIANCE

Rainforest Alliance (Figura 2.9), trabaja para conservar la biodiversidad y asegurar medios de vida sostenibles transformando las prácticas de uso de suelo, las prácticas empresariales y el comportamiento de los consumidores.

Los productos que exhiben el sello se originan – o contienen ingredientes que provienen – de fincas o bosques certificados Rainforest Alliance. Estas fincas o bosques son administrados de acuerdo con rigurosos criterios ambientales, sociales y

económicos diseñados para conservar la vida silvestre, proteger los suelos y las vías acuáticas, asegurar el bienestar de los trabajadores, sus familias y las comunidades locales, así como mejorar los medios de vida para lograr la verdadera sostenibilidad a largo plazo (Alliance, 1987-2017).



Figura 2.9 Certificación RAINFOREST ALLIANCE

2.11.6 SUPERVISORES EN CALIDAD KOSHER S.C.

Supervisores en CALIDAD Kosher S.C. (Figura 2.10), es una prestigiosa Agencia Certificadora de alimentos, bebidas y materias primas, con una tradición en el mercado de alimentos Kosher que se remonta a mediados del siglo XX. Nuestra misión primordial, es apoyar a las empresas para implementar el grado Kosher a sus productos, bajo los más altos estándares de inspección. Nuestra experiencia en el sector es reconocida a nivel internacional.



Figura 2.10 Certificación de SUPERVISORES EN CALIDAD KOSHER

2.11.7 Sedex cadena de suministro responsable

Las auditorías SMETA (Sedex Members Ethical Trade Audit) creadas por SEDEX (Figura 2.11), es una de las metodologías más usadas en el mundo para garantizar el abastecimiento responsable y la transparencia en las cadenas de suministro (Castaño, 2016).



Figura 2.11 Certificación Sedex

2.12. Mango

El fruto del mango es una drupa aplanada, de color exterior amarillo, anaranjado o verde como base, algunas chapeas con colores que varían del rojo claro, al morado oscuro dependiendo de la variedad o tipo. Su piel o cascara es cerácea, lisas con lenticelas. Generalmente tienen forma de riñón, pero pueden ser ovalada y ocasionalmente redondos. Esta fruta pertenece a la familia de las anacardiáceae, del género *mangífera* y especie *indica*. Hay dos grupos; *Mulgova* e *Indostano*.

Las variedades del mango *Mulgova* son: Ataulfo, Manila, y Criolla; los cuales son frutas de forma alargada, con cascara suave, de color amarillo, pulpa amarilla, ligeramente fibrosa, aromáticos y de sabor agradable. Las variedades del grupo *Indostano* son: Haden, Tommy Atkins, Kent, Keitt, Irwin. Sensación y oro; estos frutos son de forma ovalada, cascara correosa, de color verde con chapeo, pulpa de color amarillo, ligeramente fibrosa, aromática y de sabor agradable (Empaque de Mangos del C.I.P., 2009).

En la tabla 2.1, se muestran las características de las variedades de mango que se requieren en la planta Chiapas.

- **Ataulfo:** Su fruto ha tenido gran aceptación por su calidad y resistencia al manejo. Su maduración se da cuando tiene un color amarillo – anaranjado.
- **Tommy Atkins:** Fruto de excelente calidad, predomina el color rojo, de forma redonda y tamaño mediano. La pulpa es jugosa con poco contenido de fibra. Tiene la desventaja de que si no se corta en su madures óptima presenta problemas en el manejo de postcosecha. Su maduración se da cuando su tonalidad es rojiza.
- **Manila:** Produce frutos de tamaño medio de forma elíptica y color amarillo, con cáscara delgada, pulpa amarilla y firme. Su maduración se da cuando existe un color amarillo en la fruta.
- **Oro:** Su maduración se verifica de dos formas una es el color verde rojizo y la textura puesto que puede tener el color pero no la consistencia.

Tabla 2.1
Características de algunas variedades de mango.

| Variedad | Meses de cultivo | Principales características | °Brix |
|--|-------------------------|--|---|
|  Ataulfo | Febrero-Julio | Color: Amarillo Tipo: Alargado Longitud: 12.5–14 cm Anchura: 5.5-6 cm Peso: 180-260 gr Fibra: Muy poca | Verde: 9-12 Madura: 17-19 Punteada: 13-16 |
|  Tommy Atkins | Fines de Febrero-Agosto | Color: Amarillo/rojo Tipo: Redondo Longitud: 12 – 14.5 cm Anchura: 10 - 13 cm Peso: 450 - 700 gr Fibra: Regular | Verde: 8 - 10 Madura: 11 - 13 Punteada: 14 - 16 |
|  Manila | Febrero – Julio | Color: Amarillo Tipo: Elíptica Longitud: - cm Anchura: - cm Peso: 200 - 275 gr Fibra: Baja fibra | Verde: 9 - 12 Madura: 13 - 15 Punteada: 17 - 18 |
|  Oro | Febrero – Julio | Color: Verde rojizo Tipo: Alargado Longitud: cm Anchura: cm Peso: gr Fibra: Regular | Verde: 8 - 10 Madura: 11 - 12 Punteada: 13 - 15 |

Fuente: Supervisor de Frutas en planta Chiapas MEXIFRUTAS (Mayo 2017).

2.13. Diagrama de flujo de proceso

El proceso de elaboración de los diferentes concentrados aséptico de pulpas de mango se muestra en el diagrama de la Figura 2.12.

Descripción del proceso para la elaboración de concentrado de pulpas de mango

- Recepción de la materia prima: La fruta recibida es evaluada para determinar si cumple con las especificaciones de calidad y disponer su aceptación o rechazo.
- Descarga: El camión de fruta se acomoda a lado de la tina de acero donde el piso cuenta con una pequeña inclinación para que el camión tenga inclinación, de esta

manera al abrir la puerta del recipiente que contiene la fruta en el camión, la fruta cae a la tina de acero.

- Selección de materia prima: La fruta pasa por una banda donde las seleccionadoras separan el mango en maduro, sazón o verde.
- Almacén: La fruta es acomodada por fila clasificándola por el estado de maduración de la fruta, variedad y día de descarga. El supervisor de fruta lleva un seguimiento para saber cuándo estará apta al proceso.
- Volteador: La fruta apta para el proceso de molienda entra al área de pre proceso; dejando caer la fruta en el flume.
- Flume: Antes de iniciar el proceso, la fruta es pre-lavada de materiales ajenos para cumplir con la calidad e inocuidad.
- Banda de selección o mesa de selección: En esta parte del proceso se saca toda la fruta sobremadura y verde en caso de haber; dejando pasar fruta madura.
- Elevador de escanjilones: La fruta madura sube al escaldado.
- Escaldado: Ablanda la cascara e inactiva enzima. Fijando color y sabor.
- Destoner o despulpadores: Separa la pulpa de la semilla y cascara. Solo deja pasar la pulpa.
- Tanque de despulpado: Es el recipiente donde se acopia la pulpa de despulpado en caso de acumularse.
- Hot Break: Fija enzimas (Inactiva), precalienta pulpa, evita la fermentación, reduce carga microbiana. Y maneja una temperatura de 70-72°C.
- Refinadora: Separa restos de fibra de la pulpa para evitar altos Specks. Mediante acciones correctivas como: bajar velocidad de refinado, cambiar malla a más fina, acercar más la malla a las paletas en caso de que la pulpa este mas aguada.
- Tanque refinado: Es el recipiente donde se acopia la pulpa proveniente de la refinadora, en espera de entrar al evaporador.
- Evaporador: Proceso que retira un porcentaje de agua de la pulpa para concentrar a 28 o 40 °Bx según sea el caso del producto. El equipo trabaja con dos efectos a manera que la evaporación sea más rápida con un vacío de (0.84 a 0.9) bar y una temperatura a 75°C.
- Esterilización: Proceso en el cual se eliminan o inactivan los microorganismos que pudieran existir en el producto. Por medio de una temperatura de calentamiento de (106-107) °C si el producto es (28 – 30) °Bx y de (103-104) °C si el producto es (40-

42) °Bx. Una vez terminado este proceso el producto es enfriado con la temperatura de la torre máximo de 34°C.

- Homogenizado: Este equipo sirve para pulverizar las partículas. El equipo trabaja de 100 a 250 bar y se regula según lo necesario.
- Envasado o Llenadora: Es la acción donde el producto tiene un envasado aséptico vertiendo el contenido de (240 o 250) Kg en bolsas ARAN alta barrera (Azules) dentro de tambos cónicos o cilíndricos según sea lo requerido por el cliente
- Almacén: El producto es acomodado en el almacén por lotes y fecha de producción.

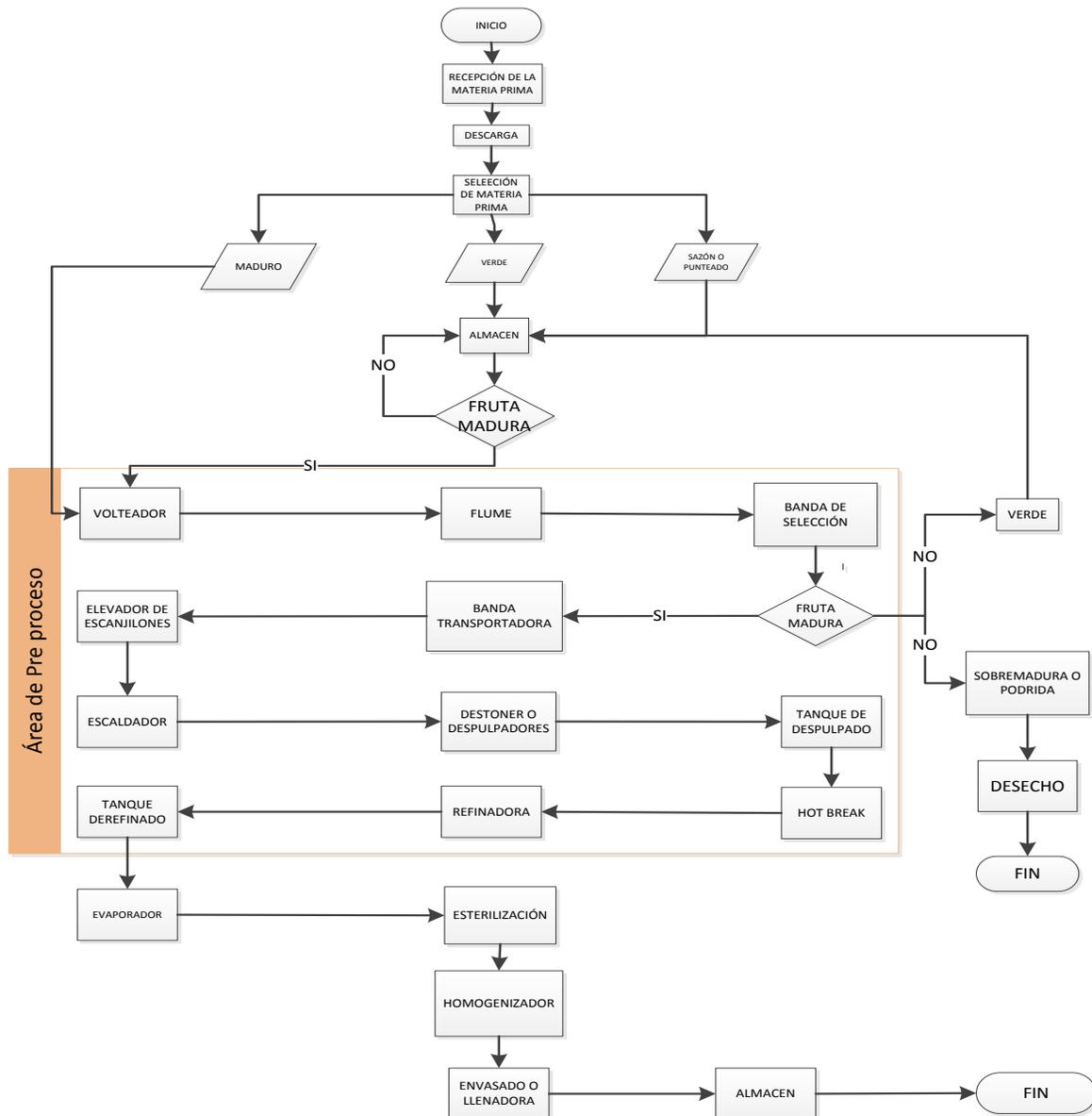


Figura 2.12 Diagrama de flujo para la elaboración de pulpas asépticas de mango.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 3

Fundamento teórico

3.1. Conceptos relacionados con el proyecto

3.1.1. Calidad

I. Significa adecuación para el uso. II. Es inversamente proporcional a la variabilidad.[5]

3.1.2. Evaporador

Proceso por el cual se evapora un líquido puro, una mezcla de líquidos o solventes de una solución.

3.1.3. Grados °Brix

Es el porcentaje de sólidos disueltos en un producto derivado de las frutas o de un líquido azucarado. El principio de medición se basa en la refracción de la luz, creada por la naturaleza y la concentración de los solutos (el azúcar). Es por eso que el refractómetro mide indirectamente la densidad de los líquidos.

3.1.4. Jugo de fruta concentrada

Es el jugo de fruta al cual se ha eliminado físicamente el agua en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados °Brix al menos al 50% más que el valor establecido para el producto líquido obtenido al exprimir frutas sanas y maduras, que ha sido sometido al tratamiento físico o a condiciones de almacenamiento adecuadas que aseguren su conservación en el envase.

3.2. Terminología de la ingeniería de la calidad

Todo producto posee varios elementos que describen en conjunto la idea que se forma el usuario o consumidor de la calidad. Es común llamar a estos parámetros *características de la calidad*. Las características de la calidad pueden ser de varios tipos:

- ✦ FÍSICAS: longitud, peso, voltaje, viscosidad.
- ✦ Sensoriales: Sabor, apariencia y color.
- ✦ Orientadas al tiempo: confiabilidad, durabilidad, facilidad de servicio.

La ingeniería de calidad es el conjunto de actividades operativas, administrativas y de ingeniería que emplean una compañía a fin de asegurar que las características de la calidad de un producto se encuentren en los niveles nominales o requeridos.

La mayoría de las organizaciones encuentran difícil (y costoso) ofrecer al cliente productos con características de calidad que sean siempre idénticas de una unidad a otra o que estén en niveles que cumplan con las expectativas del consumidor. La razón principal de ello es la variabilidad. En cualquier producto hay cierta cantidad de variabilidad; por consiguiente, dos productos no siempre son idénticos.

La variabilidad excesiva en el desempeño de los procesos suele resultar en desperdicio. Por ejemplo, considérese el desperdicio de dinero, tiempo y esfuerzo que se asocia con las reparaciones. Por lo tanto, una definición alternativa y de gran utilidad es el mejoramiento de la calidad es la reducción de desperdicio.

Puesto que la variabilidad solo puede describirse en términos estadísticos, los métodos estadísticos juegan un papel importante en la mejora de la calidad (Montgomery, 2009).

3.3. Las siete herramientas para el Control Estadístico de Procesos

El control estadístico de procesos (**SPC**, por sus siglas en inglés) es un conjunto poderoso de herramientas para resolver problemas, muy útil para conseguir la estabilidad y mejora la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad (SALAZAR, 2004).

El SPC puede aplicarse a cualquier proceso. Sus herramientas principales son:

- 1) El histogramas o el diagrama de tallo y hoja
- 2) La hoja de verificación
- 3) La grafica de Pareto
- 4) El diagrama de causa y efecto
- 5) El diagrama de concentración de defectos
- 6) El diagrama de dispersión
- 7) La carta de control

A continuación se describen las herramientas que son indispensables para llevar a cabo un adecuado control de calidad para este proyecto. Estas herramientas son:

3.3.1. Distribución de frecuencia y el histograma

El histograma es una representación gráfica de los datos en la que es más sencillo ver tres propiedades:

- 1) Forma
- 2) Localización, o tendencia central
- 3) Dispersión o expansión

El uso sistemático del histograma facilita el entendimiento de la variabilidad. Ya que de un vistazo se logra tener una idea sobre la capacidad del proceso.

La tabla de frecuencia clasifica los datos por magnitud, para ello se divide el rango de variación de los datos en una cierta cantidad de intervalos que cubren todo el rango, y después se cuenta cuantos datos caen en cada intervalo. Para establecer el número de intervalos o clases, hay varios criterios, uno de ellos dice que el número de clases debe ser aproximadamente a la raíz cuadrada al número de datos. Por su parte, el histograma es la representación gráfica de la tabla de frecuencia.

3.3.1.1. Interpretación del Histograma

Cuando un histograma se construye de manera correcta, es resultado de un número suficiente de datos (de preferencia más de 100), y estos son representativos del estado del proceso durante el periodo de interés; entonces se recomienda considerar los siguientes puntos en la representación del histograma.

- 1) **Observar la tendencia central de los datos.** Localizar en el eje horizontal o escala de medición las barras con mayores frecuencias.
- 2) **Estudiar el centrado del proceso.** Para ellos apoyarse en el punto anterior y observar la posición central del cuerpo del histograma respecto a la calidad óptima y a las especificaciones. Por ejemplo, en la Figura 3.1, incisos *a* y *c* se muestran procesos centrados, el primero con poca variabilidad y el segundo con mucha. Mientras que en los incisos *b* y *d* se observan procesos descentrados, el primero con poca variabilidad y el segundo con mucha. Aun cuando se cumplan con las especificaciones, si el proceso no está centrado la calidad que se produce no es adecuada, ya que entre más se aleje del óptimo más mala calidad tendrá.
- 3) **Examinar la variabilidad del proceso.** Comparar la amplitud de las especificaciones con el ancho del histograma. Para considerar que la dispersión no es demasiada, el ancho del histograma debe caber de forma holgada en las especificaciones. En la Figura 3.1, incisos *a* y *b* hay poca variación, mientras que en los incisos *c* y *d* hay mucha.

4) **Analizar las formas del histograma.** Las formas de distribución que más se da en las salidas de proceso, es la forma de campana con características similares a la distribución normal. Es frecuente que cuando la distribución no es de este tipo es indicativo de que en el proceso ocurre un efecto negativo en la calidad. Algunas formas típicas que no coinciden con una distribución de campana, son las siguientes:

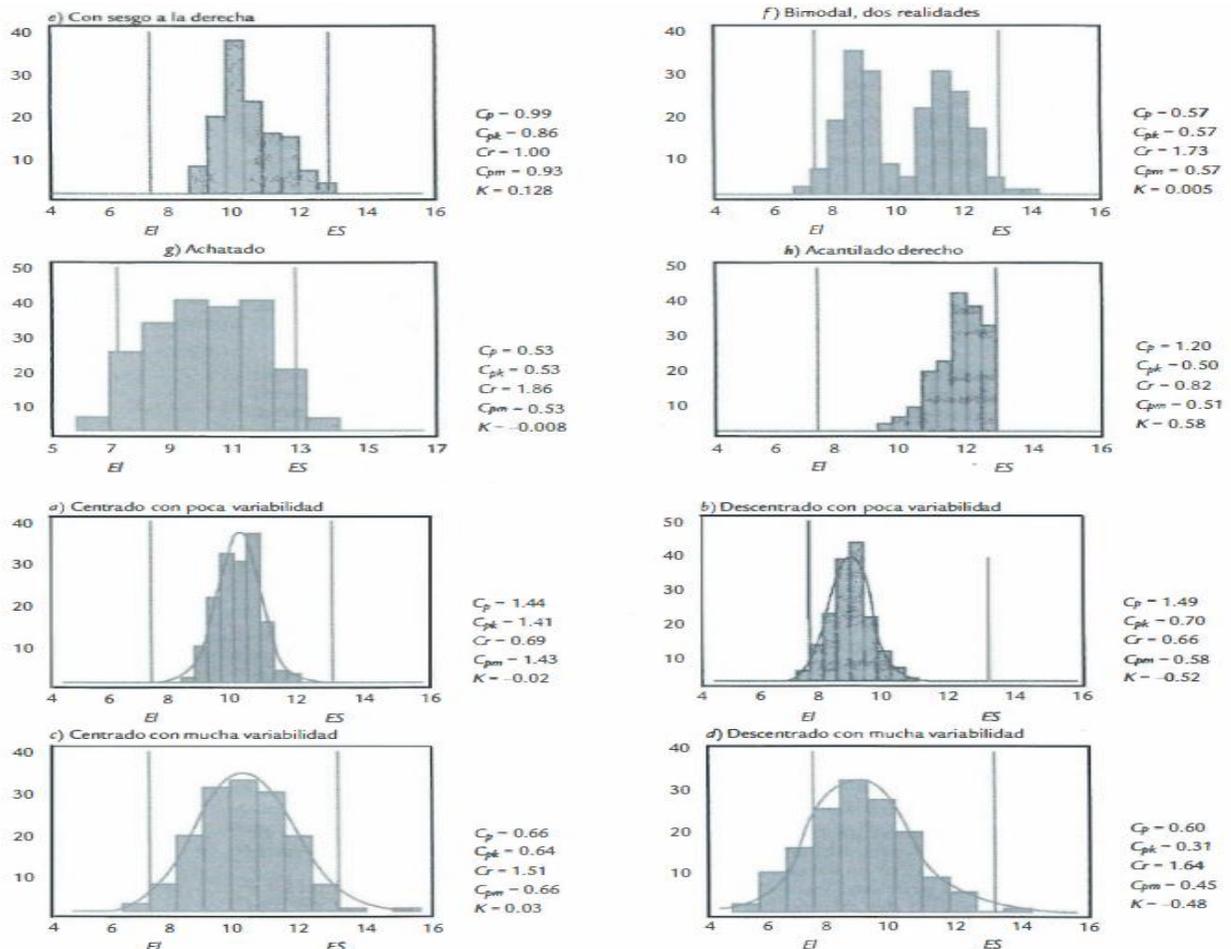


Figura 3.1 Distribución típica reflejada por un histograma. Se han agregado los correspondientes índices para evaluar la capacidad del proceso.

- **Distribución sesgada.** En la Fig. 3.1 e, se aprecia un histograma con una distribución sesgada a la derecha, ya que la cola derecha es más grande que la izquierda. En términos generales un sesgo en una variable de salida, puede reflejar un desplazamiento paulatino de un proceso debido a desgaste o desajustes; también puede indicar procedimientos viciados en la forma de obtener las mediciones o un desempeño especial del proceso en el sentido

que sus resultados tienden a ser más frecuentes de un solo lado (izquierdo o derecho).

- *Distribución multimodal.* En la Fig. 3.1 f, se aprecia un histograma en el que se nota claramente dos modas o picos, que muestran dos tendencias centrales diferentes. Este tipo de distribución con dos o más modas reflejan la presencia o más realidades o condiciones diferentes.
- *Distribución muy plana.* En la Fig. 3.1 g, se muestra un histograma que muestra una distribución muy chata o muy plana y que está lejos de tener forma de campana.
- *Distribución con acantilados.* En la Fig. 3.1 h, se observa un acantilado derecho, que es una suspensión o corte muy brusco en la caída de la distribución.

- 5) **Datos raros.** Una pequeña cantidad de mediciones muy extremas o raras son fácilmente identificadas mediante un histograma, debido a que aparece una o más barras pequeñas bastante separadas o aisladas del resto. Un dato raro refleja una situación especial que se debe investigar.

3.3.2. La carta de control

El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir entre variaciones por comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudara a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y mejora. [10]

En la fig. 3.2, se muestra una carta de control típica, que es la representación gráfica de una característica de la calidad que se ha medido o calculado a partir de una muestra contra el número de muestra o tiempo. La carta contiene una línea central que representa el valor promedio de la característica de la calidad que corresponde al estado bajo control. También se muestran en la carta otras dos líneas horizontales, llamadas el límite de control superior (UCL, por sus siglas en ingles) y el límite de control inferior (LCL). Estos dos límites de control se eligen de tal modo que si el proceso está bajo control, casi todos los puntos muestrales se encuentran entre ellos. Sin embargo, un punto que se localiza fuera de los límites de control se interpreta como evidencia de que el proceso está fuera de control, y se requiere una investigación y acción correctiva para encontrar y eliminar la causa (Montgomery, 2009).

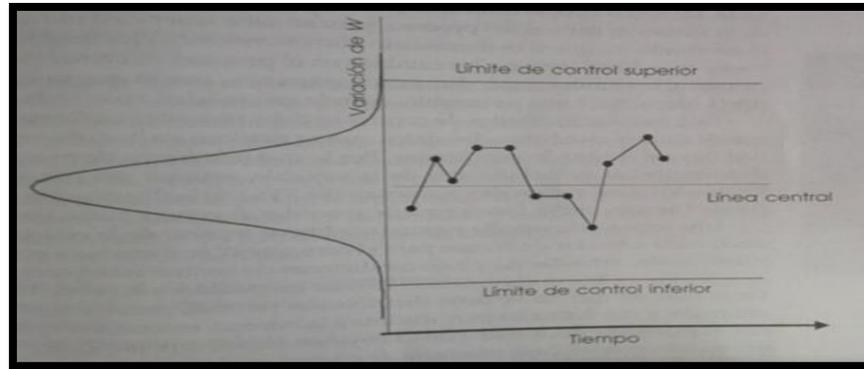


Figura 3.2 Ideas y elementos de una carta de control.

3.3.2.1 Tipos de cartas de control.

Existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etc.). Las cartas de variables tipo Shewhart más usuales son:

- \bar{X} (de promedios)
- R (de rangos)
- S (de desviación estándar)
- X (de medias individuales)

Estas formas distintas de llamarle a una carta de control se debe al tipo de estadístico que se grafica en la carta: un promedio, rango, etc.; por medio de la cual se tratara de analizar una característica importante de un producto o proceso.

Existen muchas características de calidad que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto o proceso se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; o también al producto o proceso se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad del tipo discreto, se analizan con las cartas de control para atributos:

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos)
- np (número de unidades defectuosas)

- c (número de defectos)
- u (número de defectos por unidad)

Además de las anteriores cartas de control, existe gran variedad que en general pretenden mejorar el desempeño de algunas de las cartas tradicionales. Mejorar su desempeño en el sentido de detectar más rápido un cambio en el proceso, reducir la frecuencia de falsas alarmas (cuando hay una señal fuera de control, pero el proceso está en control) y modelar mejor el comportamiento de los datos. Entre las características tradicionales se encuentra la EWMA y Cusum[10].

3.4. Análisis de varianza (ANOVA) y análisis de covarianza (ANCOVA)

El Análisis de la Varianza puede contemplarse como un caso especial de la modelización econométrica, donde el conjunto de variables explicativas son variables ficticias y la variable dependiente es de tipo continuo. En tales situaciones la estimación del modelo significa la realización de un análisis de la varianza clásica (ANOVA), de amplia tradición en los estudios y diseños experimentales. Una ampliación a este planteamiento es cuando se dispone de una variable de control que nos permite corregir el resultado del experimento mediante el análisis de la Covariación con la variable a estudiar. En tal situación nos encontramos frente a un análisis de la covarianza (ANCOVA). A continuación se expondrán ambos procedimientos, ANOVA, ANCOVA, precedidos de un ejemplo que facilita su comprensión (Vicéns Otero, Herrarte Sánchez, & Medina Moral, 2005).

-Efectos fijos: Donde sólo estudiamos determinados niveles del factor (es el caso de las tres alturas) y únicamente perseguimos sacar conclusiones para éstos (Situación más común en las Ciencias Sociales).

-Efectos aleatorios: En este caso los niveles son infinitos y estudiamos una muestra de los mismos. Sus resultados también serán aleatorios.

-Efectos mixtos: Cuando nos encontramos con uno o más factores de las clases anteriores.

El modelo ANOVA tradicional tiene la expresión:

$$Y_{ij} = m + t_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = Es la variable objeto de estudio

m = Es una constante e indica la respuesta media de todos los niveles.

t_j = Es el efecto diferencial del nivel j . Recoge la importancia de cada tratamiento y es el objetivo del análisis. Dado que los t_j son efectos diferenciales sobre m tenemos que $\sum t_j = 0$

e_{ij} = Es un término de error, considerando como variable aleatoria $N(0, S^2)$

El ANOVA tradicional parte de descomponer la variación total de la muestra, en dos componentes:

VARIACIÓN TOTAL = VARIACIÓN ENTRE + VARIACIÓN INTRA

Esta igualdad básica nos indica que la variación total es igual a la suma de la variación o dispersión entre los grupos, más la variación o dispersión dentro de cada grupo. Los grupos están definidos por los niveles de factor.

La anterior igualdad puede expresarse por:

$$\underbrace{\sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2}_{\text{V. TOTAL}} = \underbrace{\sum_{j=1}^g n_j (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2}_{\text{V. ENTRE}} + \underbrace{\sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})^2}_{\text{V. INTRA}}$$

Correspondiendo cada término de la suma a las anteriores variaciones y siendo $\bar{Y}_{..}$ la media total e $\bar{Y}_{.j}$ la media de grupo o nivel j .

Los grados de libertad (número de observaciones – parámetros a estimar) correspondientes a cada uno de los componentes de la variación total son:

Variación ENTRE: $g - 1$ Variación INTRA: $n - g$ Variación TOTAL: $n - 1$

Dado que a través del Análisis de la Varianza se persigue saber si los distintos niveles de un factor influye en los valores de una variable continua, para que efectivamente sí haya diferencias en los valores de la variable continua según el nivel del factor, se tiene que dar simultáneamente que el comportamiento de la variable continua sea lo más distinto posible para los distintos niveles del factor, y a su vez, que dentro de cada grupo (determinado por los niveles del factor) los valores sean lo más homogéneos posibles. En otras palabras, se tiene que dar que la variación intra-grupos sea mínima, y que la variación entre-grupos sea máxima.

Por tanto el análisis de la varianza se va a basar no sólo en la descomposición de la variación total, sino además en la comparación de la variación ENTRE-grupos y la variación INTRA-grupos, teniendo en cuenta sus correspondientes grados de libertad.

Se demuestra que:

$$E \frac{VARIACIÓN ENTRE / g - 1}{VARIACIÓN INTRA / n - g} F_{g-1, n-g}$$

Por tanto, un valor elevado de este cociente significará que mayores son las diferencias entre los distintos grupos (niveles del factor), cumpliéndose asimismo que la variación dentro de cada grupo sea mínima, y por tanto la probabilidad de que los niveles del factor influyan en los valores de la variable continua será mayor.

Dado que dicho cociente se distribuye como una F de Snedecor con g-1, n-g grados de libertad, el valor para el cual podremos asumir que sí existen efectos diferenciales entre los niveles dependerá del valor de tablas de la función F para un nivel de significación de al menos el 5%. Si el valor calculado es mayor que el valor de tablas significará que sí hay efectos diferenciales entre los grupos y por tanto aceptaremos la hipótesis de que existe dependencia entre las variables.

Por el contrario, si el valor calculado es inferior al valor de tablas de una F g-1, n-g aceptaremos que no existen efectos diferenciales entre los grupos, o en otras palabras:

$$t_1 = t_2 = t_n = 0$$

Así, la hipótesis nula a contrastar a través del Análisis de la Varianza puede ser establecida como igualdad de efectos:

$$h_0 = t_1 = t_2 = t_g = 0$$

Siendo la hipótesis alternativa (H1) que alguno de los efectos diferenciales sea distinto de cero.

Resumiendo diremos:

Si $F > F_{g-1, n-g} \rightarrow H1$ (Existen diferencias entre los tratamientos)

Si $F = F_{g-1, n-g} \rightarrow H0$ (No existen diferencias entre los tratamientos)

Suma de cuadrados: Sumatorio de la diferencia entre los datos observados y la media elevado al cuadrado.

$$SS = \sum (X_i - \bar{X})^2$$

Suma de cuadrados total: Se calcula la diferencia entre los datos observados y la media total (la media de todos los grupos que se vayan a comparar)

$$SS_T = \sum (X_i - \bar{X}_{total})^2$$

La **varianza** es la suma de cuadrados dividida por el número de observaciones menos 1.

$$S^2 = \frac{SS}{N - 1}$$

La **varianza total** es la variación entre todas las puntuaciones independientes de la condición experimental de la que vengan.

El **análisis de la varianza** permite comprobar:

La variabilidad imputable a las condiciones de los grupos.

La variabilidad debida al azar.

$$\text{Variabilidad total} = \sum (\text{efectos atribuibles}) + \sum (\text{efectos no atribuibles} - \text{residuales})$$

Suma de cuadrados del modelo (SS_M)

\bar{X}_k = media de cada una de los grupos

X_{total} = la media de todos los grupos

n_k = Número de participantes de cada grupo

$$SS_M = \sum n_k (\bar{X}_k - X_{total})^2$$

Suma de cuadrados residual

X_{ik} = Observación individual de cada grupo

\bar{X}_k = media de cada grupo

$$SS_R = \sum (X_{ik} - \bar{X}_k)^2$$

3.5. Control estadístico de procesos

El control estadístico de procesos (SPC), también denominado control de calidad estadístico (SQC), incluye la aplicación de conceptos estadísticos para determinar si un proceso está operando de forma satisfactoria (Green, 2012).

Las ideas incluidas en el control estadístico de calidad tienen aproximadamente 50 años, pero solo recientemente con la creciente importancia mundial del incremento de la productividad se han extendido las aplicaciones de SPC. Si un proceso está operando satisfactoriamente (o <<en control>>), la variación de la calidad del producto cae dentro de unos márgenes aceptables, habitualmente el valor mínimo y máximo de una composición o propiedad especificada (especificación del producto).

La figura 3.3, ilustra la dispersión típica de valores de la variable controlada que deberían esperarse que ocurran bajo condiciones de operación de estado estacionario. La desviación de la media y la raíz de la media al cuadrado (RMS) se identifican en la figura 3.3, y se pueden calcular a partir de una serie de n observaciones c_1, c_2, \dots, c_n como sigue:

$$\text{media: } \bar{c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \quad (3.1)$$

Desviación RMS:

$$\sigma = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2 \right]^{1/2} \quad (3.2)$$

La desviación RMS es una medida de la dispersión de valores para c alrededor de la media. Un valor de σ grande indica que existen variaciones grandes en c . La probabilidad de que la variable controlada este situada entre los valores de c_1 y c_2 está dada por el área bajo la distribución entre c_1 y c_2 (histograma). Si el histograma sigue una distribución de probabilidad normal, el 99,7 por 100 de todas las observaciones caerían entre $\pm 3\sigma$ de la media (entre los límites superior e inferior de control). Estos límites se utilizan para determinar el control de calidad.

Si todos los datos de un proceso caen dentro de los límites $\pm 3\sigma$, concluiremos que no ha pasado nada inusual durante el periodo de tiempo de grabación. El contexto del proceso está relativamente inmóvil, y la calidad del producto se sitúa dentro de la especificación. Por otro

lado, si suceden violaciones repetidas de los límites $\pm 3\sigma$, entonces el entorno del proceso ha cambiado y el proceso se encuentra fuera de control.

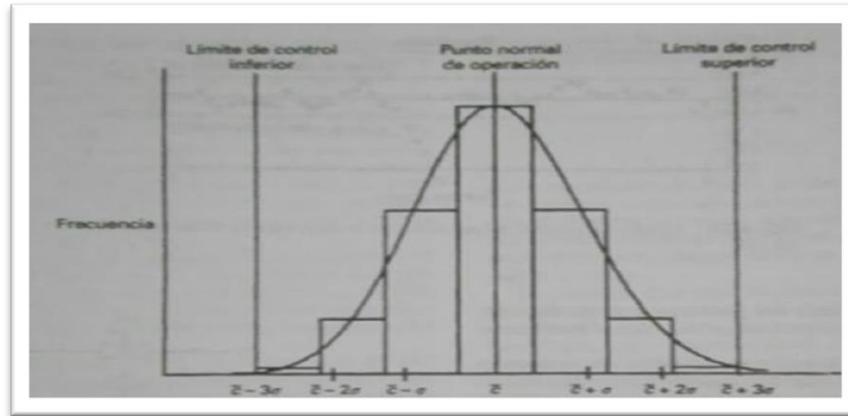


Figura 3.3 Gráfico histograma de la frecuencia de sucesos. c = media, σ = desviación rms. También se muestra su ajuste por una distribución de probabilidad normal.

Un método para codificar el comportamiento anormal son las llamadas reglas de la Western Electric, que identifican los casos en los que un proceso está fuera de control:

1. Un punto que se encuentra fuera de los límites superior e inferior de control.
2. Siete puntos consecutivos que se sitúen al mismo lado de la línea central (media).
3. Siete puntos consecutivos de incremento o decremento.
4. Cualquier patrón no aleatorio.

En la lista anterior se asume que los valores muestreados son independientes (es decir, no correlacionados).

Si un proceso se encuentran fuera de control se producen importantes consecuencias económicas; por ejemplo, pérdidas de producto e insatisfacción del cliente. Por tanto, el *control estadístico de proceso* proporciona una vía para monitorizar continuamente el rendimiento del proceso y mejorar la calidad del producto. Un proceso típico puede irse fuera de control por varias razones, entre ellas:

- Perturbaciones persistentes en el tiempo.
- Un cambio de calidad no detectado en la materia prima.
- Un instrumento o el sistema de control con funcionamiento anómalo.

El control estadístico de calidad es una herramienta de diagnóstico – esto es, un indicador de problemas de calidad – pero no identifica la fuente del problema o la acción correctora que debe tomarse. El gráfico de Shewhart proporciona un sistema para analizar la variabilidad de una única medida.

Capítulo 4 Metodología

4.1. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

El proyecto es una investigación científica cuantitativa. Que consiste en conocer la variabilidad y tendencia en el proceso de Concentrado de Pulpas de Mango colaborando con el departamento de Aseguramiento y Control de Calidad en el que se le realiza un monitoreo al concentrado de pulpa de mango en distintos puntos del proceso durante y después del proceso de molienda.

Se propone realizar la metodología que se presenta en el diagrama de la Figura 4.1, para la realización de un diagnóstico en el proceso de la empresa en relación con sus especificaciones internas, de esta manera proponer la mejora factible, así obtener, un mayor porcentaje de cumplimiento y mantener las certificaciones en la planta Chiapas.

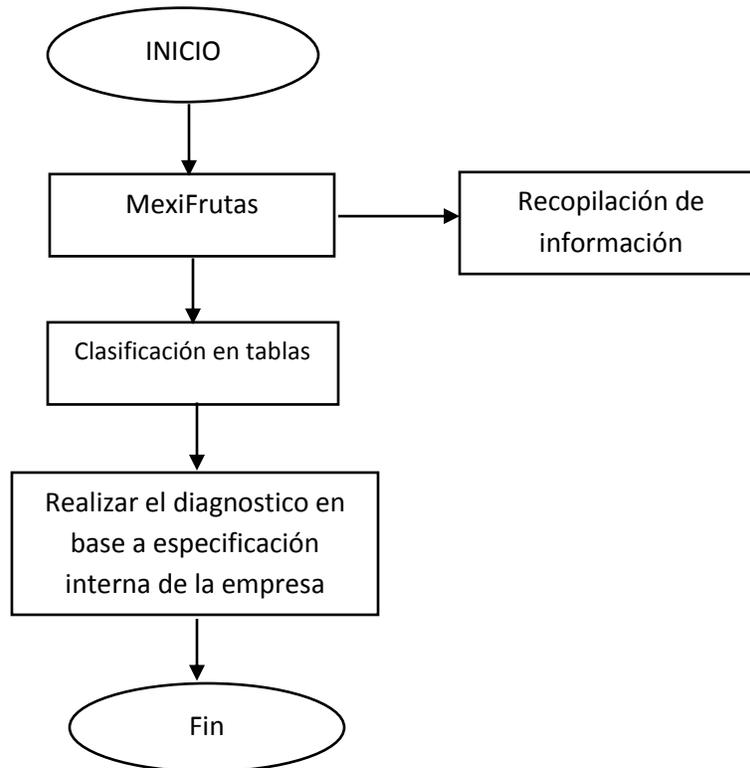


Figura 4.1 Diagrama de flujo del procedimiento a emplear.

4.1.1. MexiFrutas

4.1.1.1. Recopilación de información

Como punto de partida, lo primero en realizar es participar en el proceso, de manera que se conozca el procedimiento para la obtención de la información, la cual es la lectura de °Brix, el procedimiento se describe en la Figura 4.2. Lo siguiente en realizar es la recopilación de información, la cual se consiguió de la base de datos de monitoreo en línea de los programas internos Epicor y MexiFrutas. El cual concentra la información de los puntos de inspección en el Evaporador y Producto terminado de cada hora.

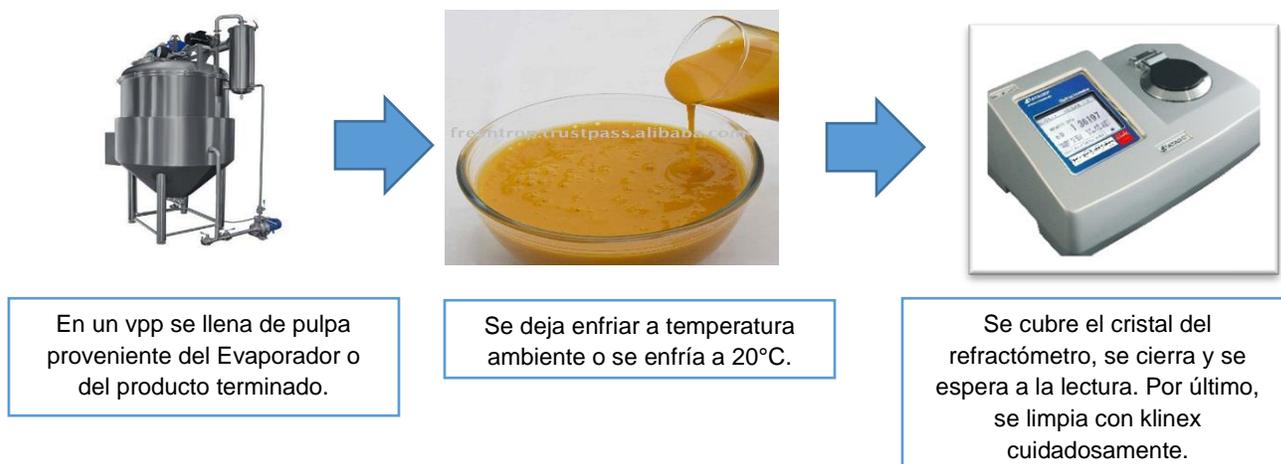


Figura 4.2 Procedimiento de lectura de °Brix.

4.1.2. Clasificación en tablas

Después de obtener la información, esta se sintetizo por lotes, haciendo un promedio de todas las lecturas de °Brix por hora. Una vez terminado la información se concentró en tablas separándolas de la siguiente forma.

- Por tipo de producto
 - ✓ ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°BRIX
 - ✓ ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°BRIX
 - ✓ PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°BRIX
- Punto de inspección
 - ✓ Evaporador lectura de calidad
 - ✓ Evaporador lectura de producción
 - ✓ Producto terminado lectura de calidad

4.1.3. Realizar el diagnóstico en base a la especificación interna de la empresa

El siguiente paso después de obtener la información requerida es emplear las herramientas de diagnóstico necesarias para el Control estadístico de proceso, las cuales son las que se presentan a continuación:

- **Histogramas de frecuencia**

La idea principal de emplear el histograma de frecuencia es para conocer la tendencia central en cada uno de los puntos de inspección, para construirlo se necesita de la realización de las tablas de frecuencia. Las tablas de frecuencia se hicieron de acuerdo al valor máximo y valor mínimo en grados °brix, que se obtuvieron a partir de los datos concentrados en las tablas de promedio por lotes.

- **Gráficos de control**

El propósito de emplear, los gráficos de control o la carta de control, es observar y analizar la variabilidad que existe en cada uno de los puntos de inspección tomando en cuenta la especificación interna de la empresa. De acuerdo, a lo observado se puede determinar si un proceso está operando de forma satisfactoria o no. En este caso, se realizaron gráficos de control con la especificación interna de la empresa para toda la información de las tablas de promedios por lotes y otros gráficos de control para la especificación general para las tablas de promedio por lotes en el Evaporador.

- **Análisis de varianza (ANOVA)**

Finalmente el análisis de varianza fue un factor determinante en establecer un valor en la variabilidad en cada uno de los puntos de inspección, utilizando la información de las tablas de promedio por lotes.

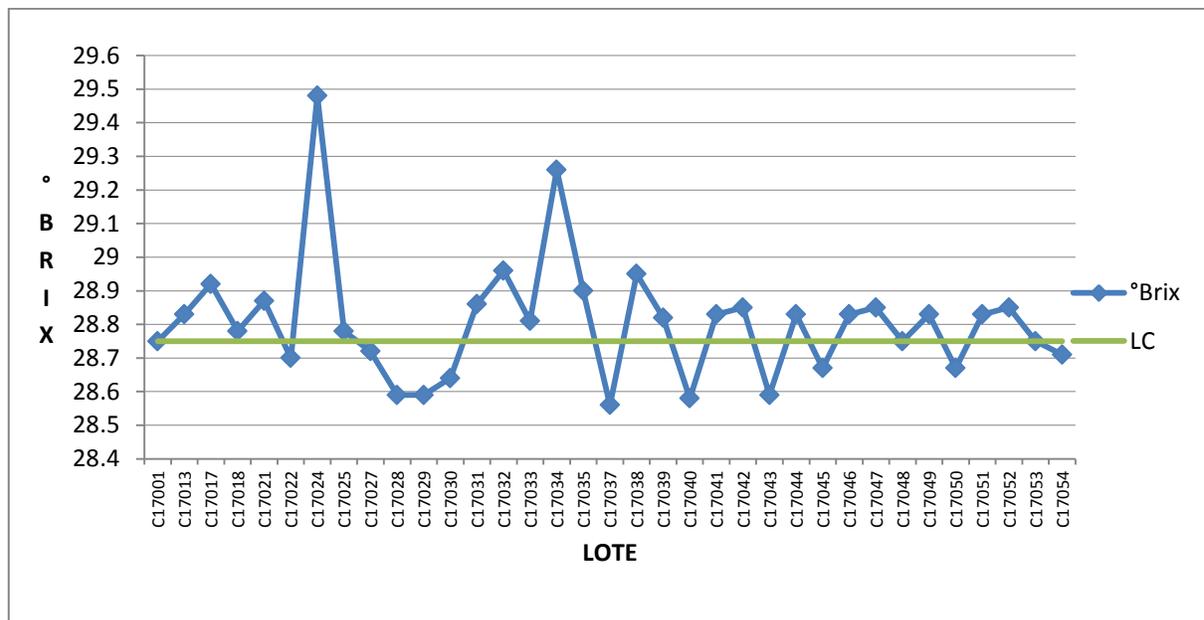
Capítulo 5 Resultados

5.1. ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Brix

5.1.1. Lectura de calidad en el evaporador

Gráfico 5.1

Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador.



ESPECIFICACIÓN INTERNA

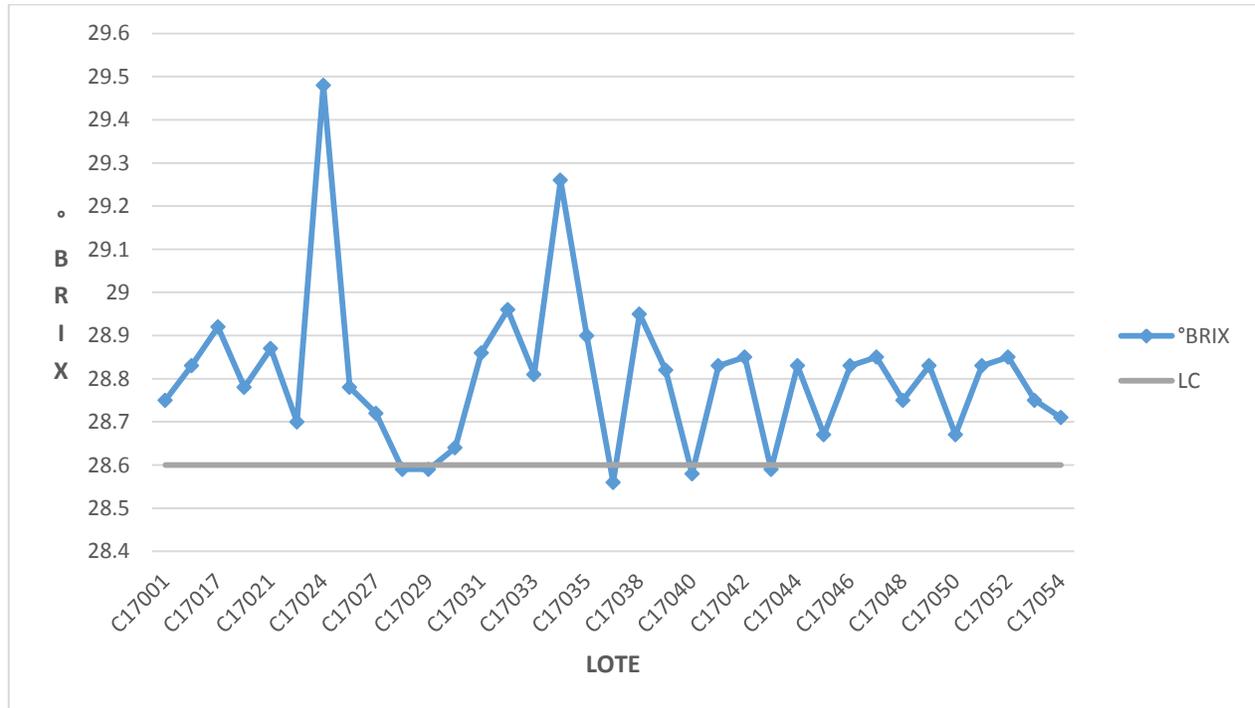
| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.60°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.75°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.90°Bx |

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Desviación estándar | 0.17225598 |
| VALOR MAXIMO | 29.48 |
| VALOR MINIMO | 28.56 |
| PROMEDIO | 28.8054286 |

El gráfico 5.1, observamos, la mayoría de los valores cercanos al límite de control (LC). Sin embargo, el 27% de los valores se encuentran fuera de los límites de control, destacando dos puntos atípicos fuera del límite de control superior (USL), lo que indica el incumplimiento al lineamiento.

Gráfico 5.2

Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador.



ESPECIFICACIÓN GENERAL

LCL (Límite inferior de Control) 28.50°Bx
 LC (Limite de Control) 28.60°Bx
 USL (Límite superior de Control) 28.70°Bx

El grafico 5.2, observamos, la mayoría de los valores arriba del límite de control (LC), además, el 72% de los valores se encuentran fuera del límite de control superior (USL), destacando dos puntos atípicos, e indica el incumplimiento a la especificación general.

En la tabla 5.1, se muestra la frecuencia de la lectura de calidad en el evaporador donde 28.9°Brix tiene la mayor frecuencia de 36 lecturas.

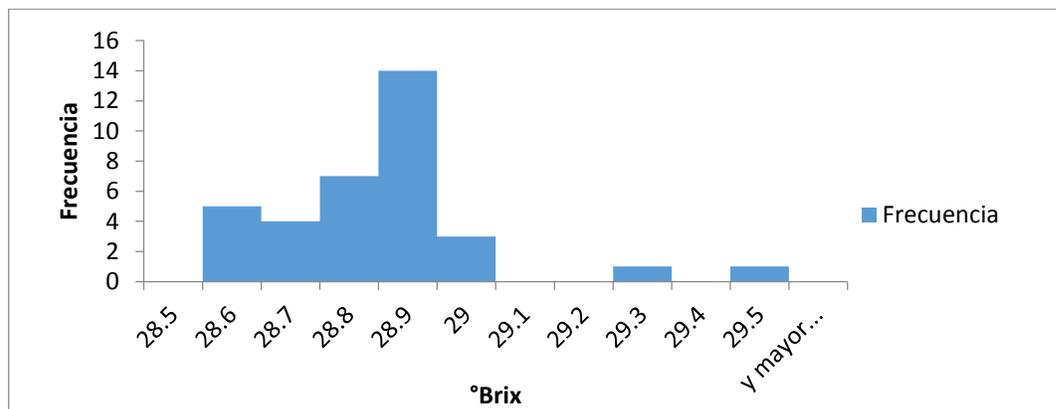
Tabla 5.1

Frecuencia del A.T.M.C. lectura de calidad en el evaporador.

| °Brix | Frecuencia |
|-------|------------|
| 28.5 | 0 |
| 28.6 | 5 |
| 28.7 | 4 |
| 28.8 | 7 |
| 28.9 | 14 |
| 29 | 3 |
| 29.1 | 0 |
| 29.2 | 0 |
| 29.3 | 1 |
| 29.4 | 0 |
| 29.5 | 1 |

Gráfico 5.3

Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad en el evaporador.

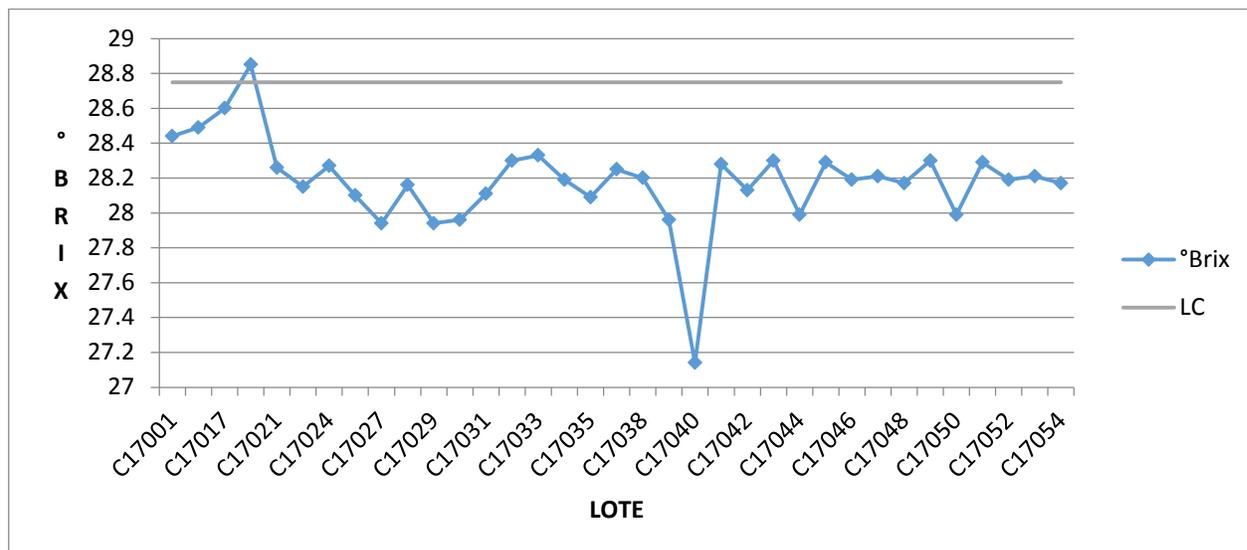


El gráfico 5.3, observamos, una distribución sesgada con tendencia central en 28.9°Brix y representa el 40%, con una variabilidad considerable dado que se encuentra descentrada con sesgo a la derecha y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.1.2. Lectura de producción en el evaporador

Gráfico 5.4

Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador.



ESPECIFICACIÓN INTERNA

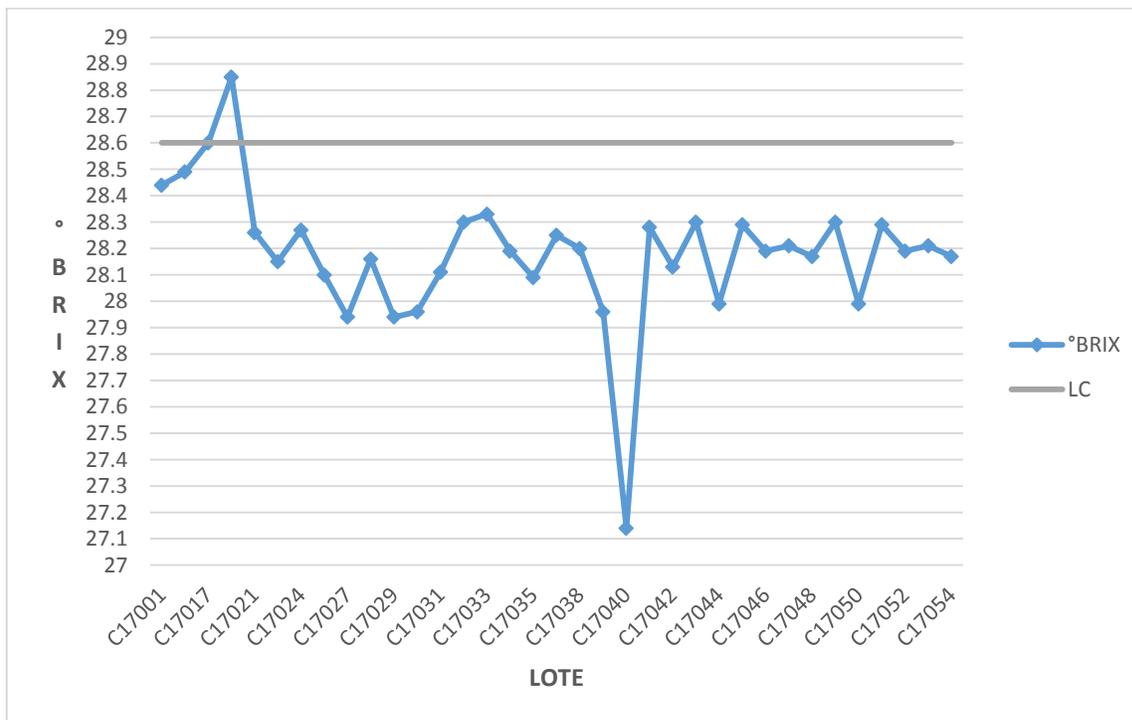
| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.60°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.75°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.90°Bx |

| Desviación estándar | 0.256316768 |
|---------------------|-------------|
| VALOR MAXIMO | 28.85 |
| VALOR MINIMO | 27.14 |
| PROMEDIO | 28.184 |

El grafico 5.4, observamos, la mayoría de los valores abajo del límite de control (LC), lo cual es ideal en el rendimiento. Sin embargo, el 94% de los valores se encuentran abajo del límite de control inferior (LCL), destacando un punto atípico, e indica el incumpliendo semitotal en el lineamiento de la empresa.

Gráfico 5.5

Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador.



ESPECIFICACIÓN GENERAL

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.50°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.60°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.70°Bx |

El grafico 5.5, observamos, la mayoría de los valores abajo del límite de control (LC), ideal en el rendimiento. Sin embargo, el 97% de los valores se encuentran fuera de los límites de control, destacando un punto atípico fuera del límite de control inferior (LCL), lo que indica el incumplimiento a la especificación general.

En la tabla 5.2, se muestra la frecuencia de la lectura de producción en el evaporador donde 28.2 y 28.4°Brix tienen la mayor frecuencia de 36 lecturas.

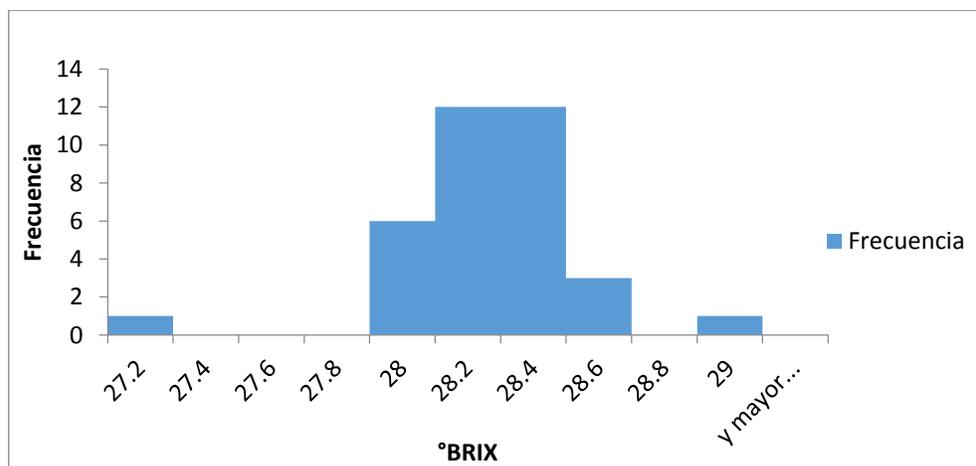
Tabla 2.2

Frecuencia del A.T.M.C. lectura de producción en el evaporador.

| °Brix | Frecuencia |
|-------|------------|
| 27.2 | 1 |
| 27.4 | 0 |
| 27.6 | 0 |
| 27.8 | 0 |
| 28 | 6 |
| 28.2 | 12 |
| 28.4 | 12 |
| 28.6 | 3 |
| 28.8 | 0 |
| 29 | 1 |

Gráfico 5.6

Gráfico histograma de frecuencia lectura de producción en el evaporador.

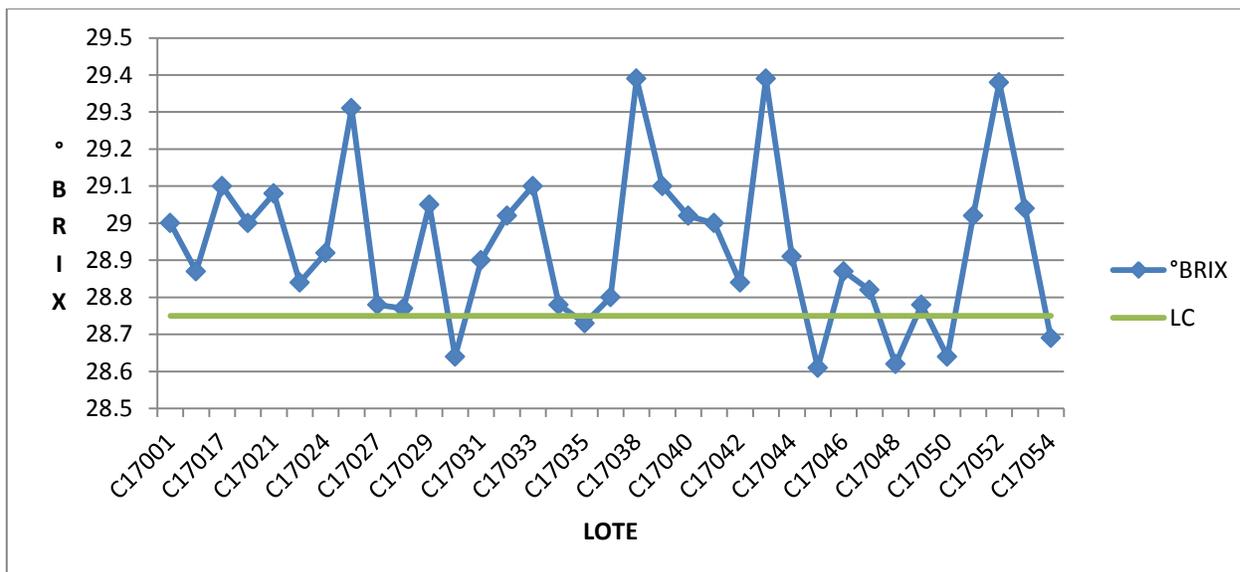


El gráfico 5.6, observamos, una distribución multimodal con dos tendencias centrales la primera en 28.2°Brix y la segunda en 28.4°Brix ambas representan el 66%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la izquierda y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.1.3. Lectura de calidad producto terminado

Gráfico 5.7

Gráfico de Control del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado.



ESPECIFICACIÓN INTERNA

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.60°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.75°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.90°Bx |

Desviación estándar 0.210717724

| | |
|--------------|--------------------|
| VALOR MAXIMO | 29.39 |
| VALOR MINIMO | 28.61 |
| PROMEDIO | 28.93742857 |

El gráfico 5.7, observamos, la mayoría de los valores arriba del límite de control (LC), lo cual no es favorable en el rendimiento. Además, el 50% de los valores se encuentran fuera del límite de control superior (USL), lo que indica el incumplimiento a la especificación interna.

En la tabla 5.3, se muestra la frecuencia de la lectura de calidad en el producto terminado donde 29.1°Brix tienen la mayor frecuencia de 36 lecturas.

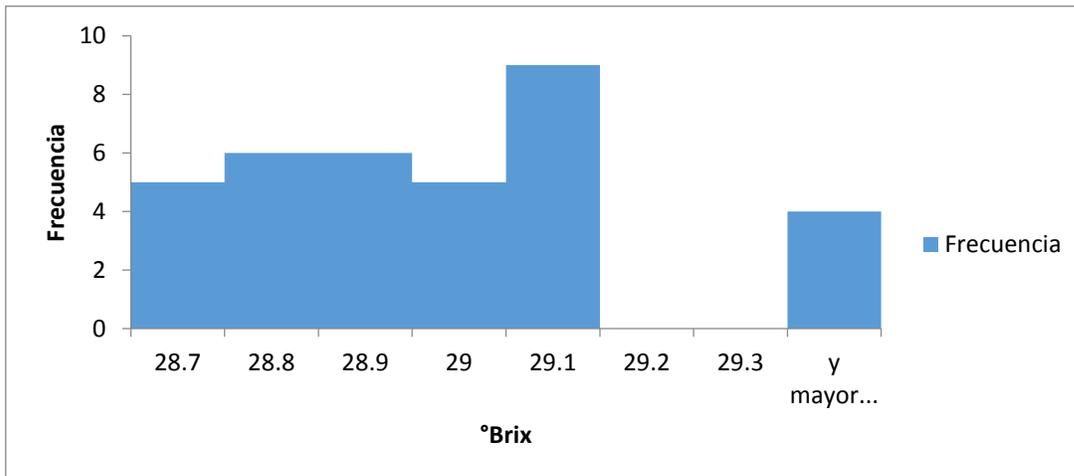
Tabla 5.3

Frecuencia del A.T.M.C. lectura de calidad del producto terminado.

| °Brix | Frecuencia |
|--------------|-------------------|
| 28.7 | 5 |
| 28.8 | 6 |
| 28.9 | 6 |
| 29 | 5 |
| 29.1 | 9 |
| 29.2 | 0 |
| 29.3 | 0 |

Gráfico 5.8

Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad del producto terminado.



El gráfico 5.8, observamos, una distribución aplanada con tendencia central de 29.1°Brix y representa el 25%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la derecha y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.1.4. Análisis de varianza

Tabla 5.4

Análisis de varianza del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|--------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1 PRODUCCIÓN (EVAPORADOR) | 35 | 986.44 | 28.184 | 0.06763059 |
| 2 CALIDAD (EVAPORADOR) | 35 | 1008.19 | 28.80542857 | 0.03229025 |
| 3 CALIDAD (PRODUCTO TERMINADO) | 35 | 1012.81 | 28.93742857 | 0.0457079 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 11.33127429 | 2 | 5.665637143 | 116.713991 | 4.29581E-27 | 3.085465033 |
| Dentro de los grupos | 4.951377143 | 102 | 0.048542913 | | | |
| Total | 16.28265143 | 104 | | | | |

Tabla 5.5

Análisis de varianza del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx en el evaporador

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1 PRODUCCIÓN | 35 | 986.44 | 28.184 | 0.06763059 |
| 2 CALIDAD | 35 | 1008.19 | 28.80542857 | 0.03229025 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 6.758035714 | 1 | 6.758035714 | 135.267792 | 7.95117E-18 | 3.981896256 |
| Dentro de los grupos | 3.397308571 | 68 | 0.04996042 | | | |
| Total | 10.15534429 | 69 | | | | |

Tabla 5.6

Análisis de varianza del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx comparación de evaporador y producto terminado.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1 EVAPORADOR | 35 | 1008.19 | 28.80542857 | 0.03229025 |
| 2 PRODUCTO TERMINADO | 35 | 1012.81 | 28.93742857 | 0.0457079 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

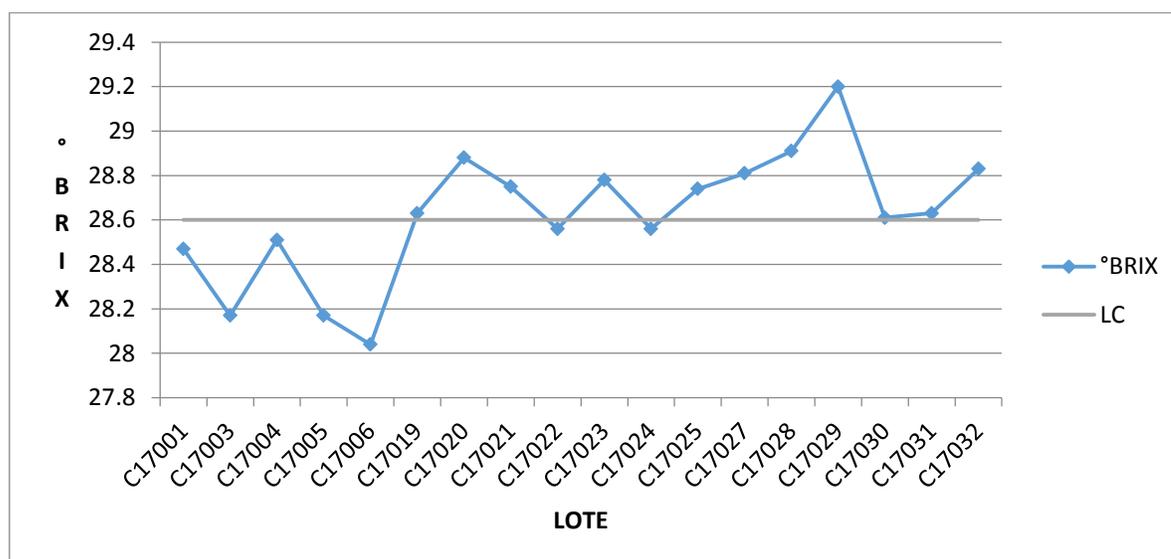
| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.30492 | 1 | 0.30492 | 7.81864685 | 0.006716868 | 3.981896256 |
| Dentro de los grupos | 2.651937143 | 68 | 0.038999076 | | | |
| Total | 2.956857143 | 69 | | | | |

5.2. ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx

5.2.1. Lectura de calidad en el evaporador

Gráfico 5.9

Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador.



ESPECIFICACIÓN INTERNA

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.40°Bx |
| LC (Límite de Control) | 28.60°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.80°Bx |

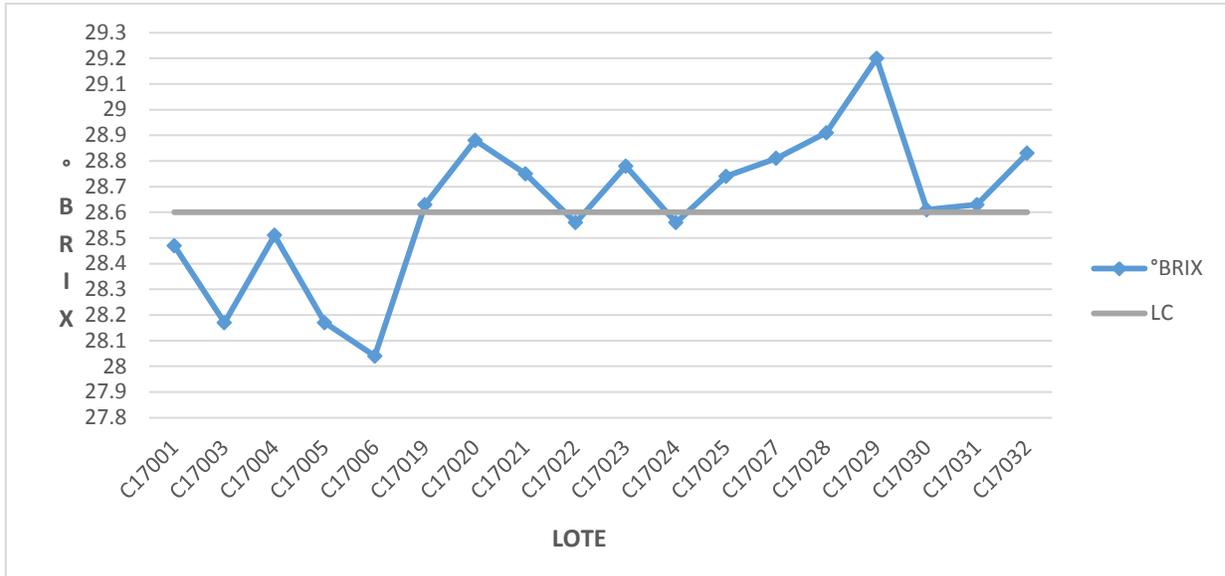
Desviación estándar 0.279707188

| | |
|--------------|---------------|
| VALOR MAXIMO | 29.2 |
| VALOR MINIMO | 28.04 |
| PROMEDIO | 28.625 |

El gráfico 5.9, observamos, los valores del lote C17001 al C17006 estuvieron abajo del límite de control (LC), y del lote C17019 en adelante los valores estuvieron arriba. De los cuales el 16% de los valores estuvieron fuera del límite de control inferior (LCL) y el 27% de los valores arriba del límite de control superior (USL), y no es recomendado en el rendimiento, los valores fuera de los límites no cumplen con la especificación interna.

Gráfico 5.10

Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador.



ESPECIFICACIÓN INTERNA

LCL (Límite inferior de Control) 28.50°Bx
 LC (Limite de Control) 28.60°Bx
 USL (Límite superior de Control) 28.70°Bx

El gráfico 5.10, observamos, los valores del lote C17001 al C17006 estuvieron abajo del límite de control (LC), y del lote C17019 en adelante los valores estuvieron arriba. De los cuales el 22% de los valores estuvieron fuera del límite de control inferior (LCL) y el 44% de los valores arriba del límite de control superior (USL), y no es recomendado en el rendimiento, los valores fuera de los límites no cumplen con la especificación general.

En la tabla 5.7, se muestra la frecuencia de la lectura de calidad en el evaporador donde 28.8°Brix tienen la mayor frecuencia de 18 lecturas.

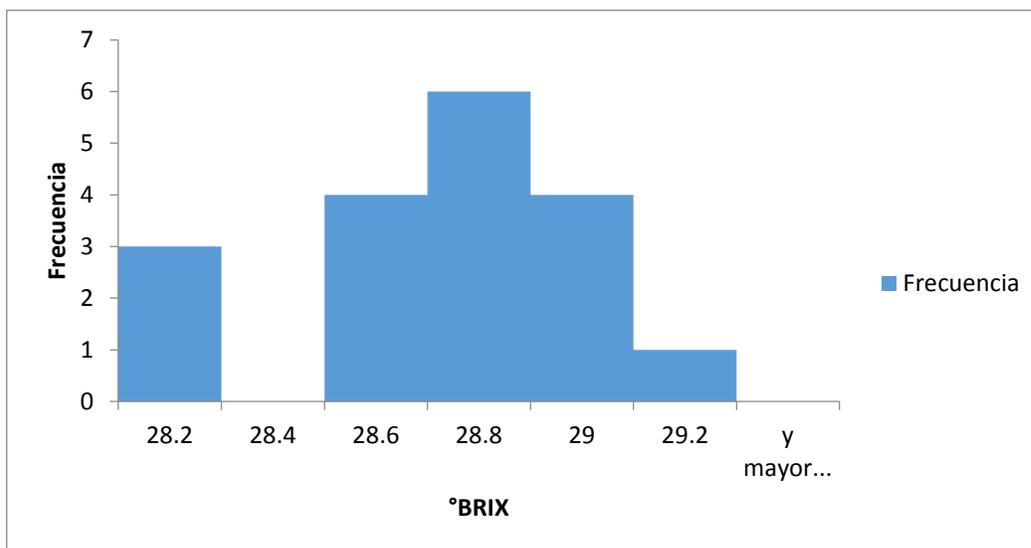
Tabla 5.7

Frecuencia del A.M.C. lectura de calidad en el evaporador.

| <i>°Brix</i> | <i>Frecuencia</i> |
|--------------|-------------------|
| 28.2 | 3 |
| 28.4 | 0 |
| 28.6 | 4 |
| 28.8 | 6 |
| 29 | 4 |
| 29.2 | 1 |

Gráfico 5.11

Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad en el evaporador.

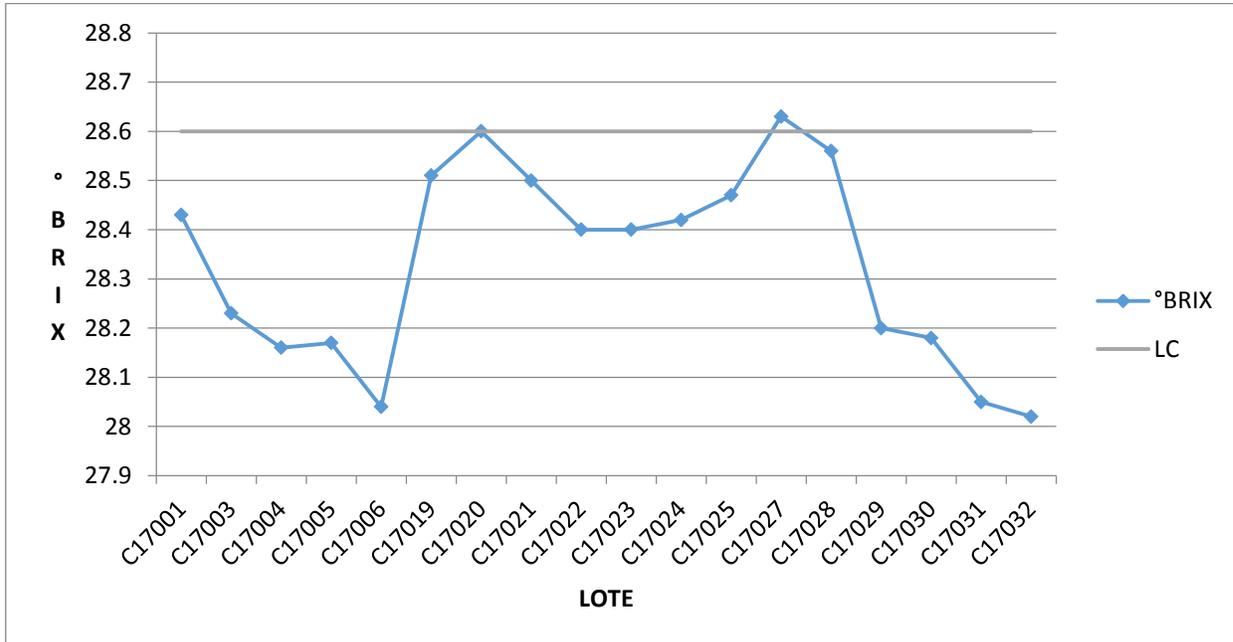


El gráfico 5.11, observamos, una distribución sesgada con tendencia central en 28.8°Brix y representa el 33%, con una variabilidad considerable dado que se encuentra descentrada con sesgo a la derecha y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.2.2. Lectura de producción en el evaporador

Gráfico 5.12

Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador.



ESPECIFICACION INTERNA

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.40°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.60°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.80°Bx |

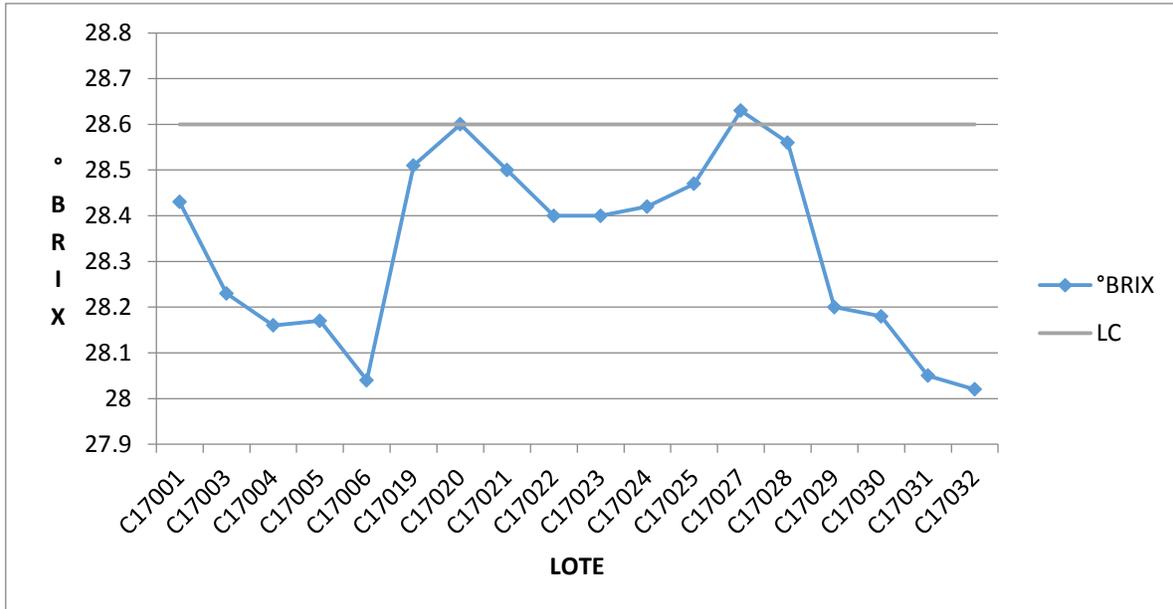
Desviación estándar 0.19537002

| | |
|--------------|-------------------|
| VALOR MAXIMO | 28.63 |
| VALOR MINIMO | 28.02 |
| PROMEDIO | 28.3316667 |

El gráfico 5.12, observamos, la mayoría de los valores abajo del límite de control (LC), el cual es ideal para el rendimiento. Sin embargo, el 44% de los valores están abajo del límite de control inferior (LCL), lo que indica el incumplimiento en la especificación interna.

Gráfico 5.13

Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador.



ESPECIFICACION GENERAL

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.50°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.60°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.70°Bx |

El gráfico 5.13, observamos, la mayoría de los valores abajo del límite de control (LC), el cual es ideal para el rendimiento. Sin embargo, el 72% de los valores están abajo del límite de control inferior (LCL), lo que indica el incumplimiento en la especificación general.

En la tabla 5.8, se muestra la frecuencia de la lectura de producción en el evaporador donde 28.2 y 28.5°Brix tienen la mayor frecuencia de 18 lecturas.

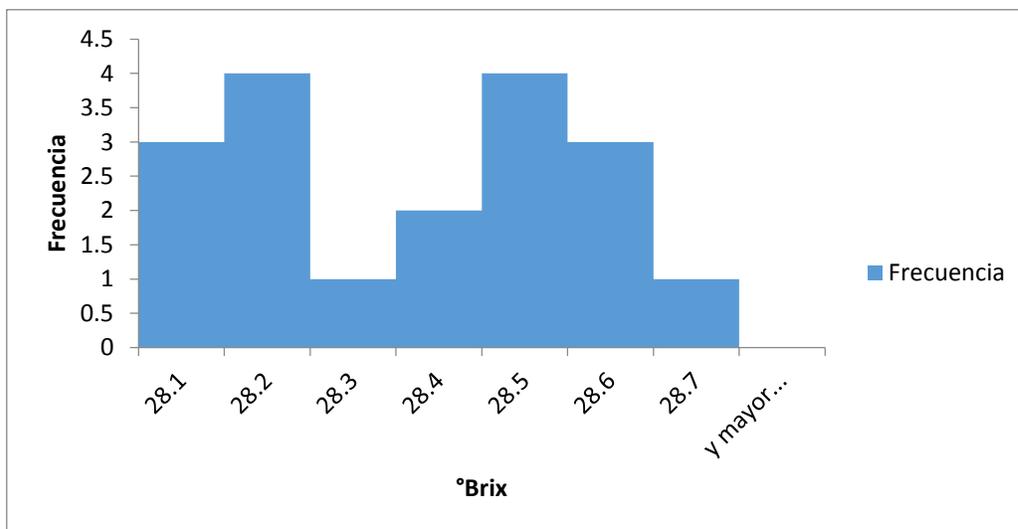
Tabla 5.8

Frecuencia del A.M.C. lectura de producción en el evaporador.

| °Brix | Frecuencia |
|--------------|-------------------|
| 28.1 | 3 |
| 28.2 | 4 |
| 28.3 | 1 |
| 28.4 | 2 |
| 28.5 | 4 |
| 28.6 | 3 |
| 28.7 | 1 |

Gráfico 5.14

Gráfico histograma de frecuencia lectura de producción en el evaporador.

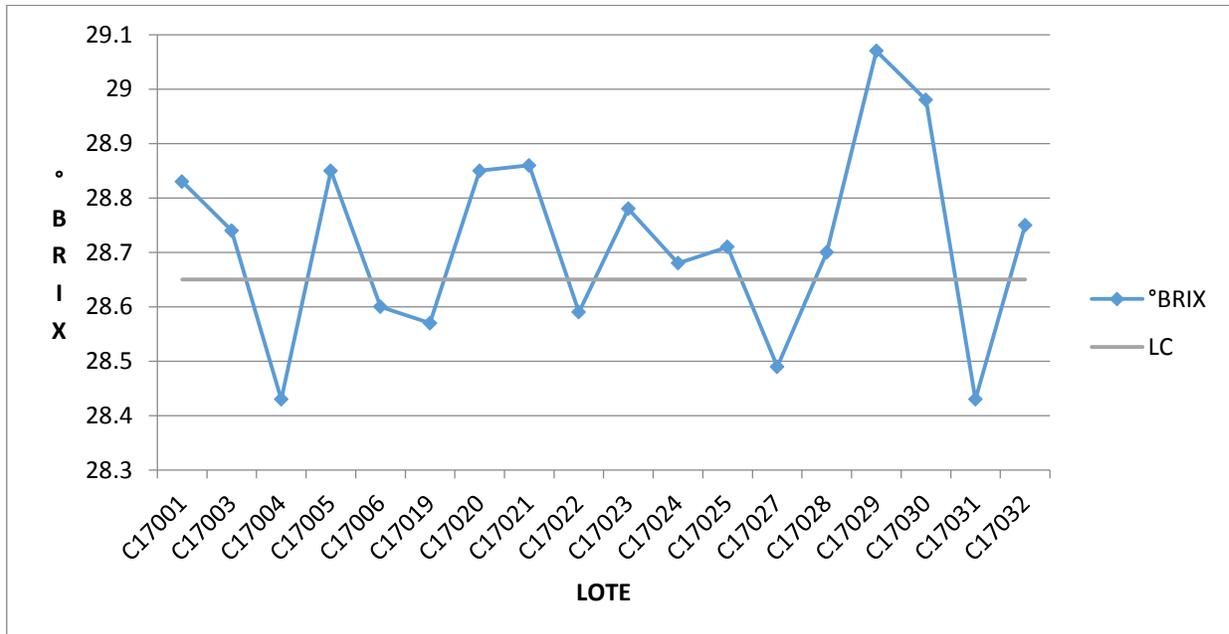


El gráfico 5.14, observamos, una distribución multimodal con dos tendencias centrales la primera en 28.2°Brix y la segunda en 28.5°Brix ambas representan el 44%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la izquierda y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.2.3. Lectura de calidad producto terminado

Gráfico 5.15

Gráfico de control del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado.



ESPECIFICACION INTERNA

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 28.50°Bx |
| LC (Limite de Control) | 28.65°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 28.80°Bx |

Desviación estándar 0.17278135

| | |
|--------------|-------------------|
| VALOR MAXIMO | 29.07 |
| VALOR MINIMO | 28.43 |
| PROMEDIO | 28.7172222 |

El gráfico 5.15, observamos, los valores están en su mayoría alrededor del límite de control (LC). Sin embargo, el 50% de los valores están fuera de los límites de control, e indica el incumplimiento en la especificación interna.

En la tabla 5.9, se muestra la frecuencia de la lectura de producción en el evaporador donde 28.8 y 28.9°Brix tienen la mayor frecuencia de 18 lecturas.

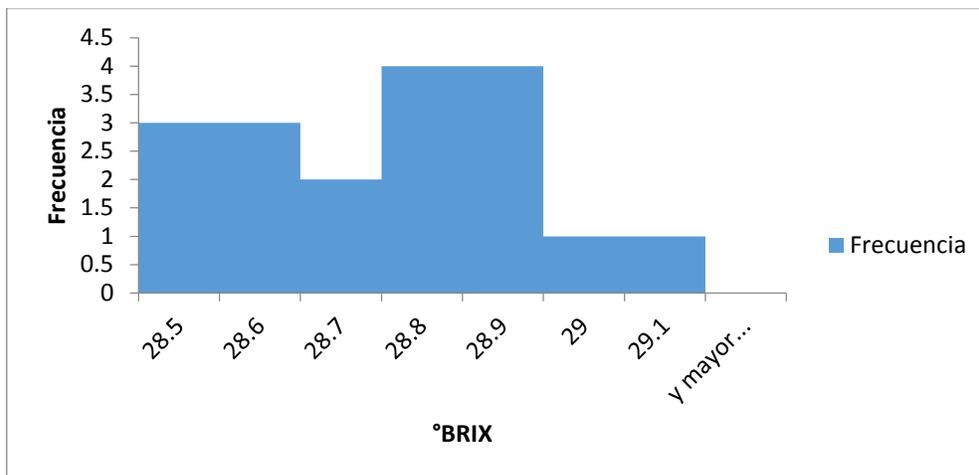
Tabla 5.9

Frecuencia del A.M.C. lectura de calidad del producto terminado.

| °Brix | Frecuencia |
|--------------|-------------------|
| 28.5 | 3 |
| 28.6 | 3 |
| 28.7 | 2 |
| 28.8 | 4 |
| 28.9 | 4 |
| 29 | 1 |
| 29.1 | 1 |

Gráfico 5.16

Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad del producto terminado.



El gráfico 5.16, observamos, una distribución multimodal con dos tendencias centrales la primera en 28.8°Brix y la segunda en 28.9°Brix ambas representan el 44%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la derecha y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.2.4. Análisis de varianza

Tabla 5.10

Análisis de varianza del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|--------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1 PRODUCCIÓN (EVAPORADOR) | 18 | 509.97 | 28.33166667 | 0.04041471 |
| 2 CALIDAD (EVAPORADOR) | 18 | 515.25 | 28.625 | 0.08283824 |
| 3 CALIDAD (PRODUCTO TERMINADO) | 18 | 516.91 | 28.71722222 | 0.03160948 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1.459214815 | 2 | 0.729607407 | 14.1339793 | 1.30632E-05 | 3.178799292 |
| Dentro de los grupos | 2.632661111 | 51 | 0.051620806 | | | |
| Total | 4.091875926 | 53 | | | | |

Tabla 5.11

Análisis de varianza del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx en el evaporador.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1 PRODUCCIÓN | 18 | 509.97 | 28.33166667 | 0.04041471 |
| 2 CALIDAD | 18 | 515.25 | 28.625 | 0.08283824 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.7744 | 1 | 0.7744 | 12.5660287 | 0.001167301 | 4.130017746 |
| Dentro de los grupos | 2.0953 | 34 | 0.061626471 | | | |
| Total | 2.8697 | 35 | | | | |

Tabla 5.12

Análisis de varianza del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx comparación de evaporador y producto terminado.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1 EVAPORADOR | 18 | 515.25 | 28.625 | 0.08283824 |
| 2 PRODUCTO TERMINADO | 18 | 516.91 | 28.71722222 | 0.03160948 |

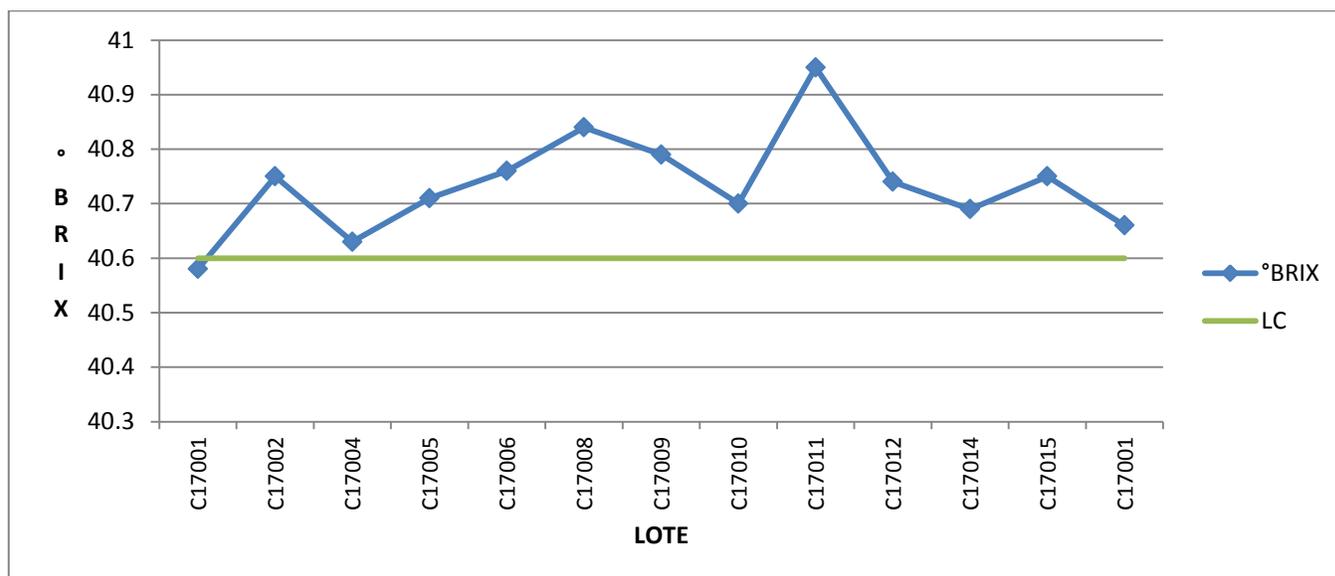
| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.076544444 | 1 | 0.076544444 | 1.33763171 | 0.255513942 | 4.130017746 |
| Dentro de los grupos | 1.945611111 | 34 | 0.057223856 | | | |
| Total | 2.022155556 | 35 | | | | |

5.3. PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO

5.3.1. Lectura de calidad en el evaporador

Gráfico 5.17

Gráfico de control del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx lectura de calidad en el evaporador.



ESPECIFICACION INTERNA

LCL (Límite inferior de Control) 40.50°Bx
 LC (Limite de Control) 40.60°Bx
 USL (Límite superior de Control) 40.70°Bx

Desviación estándar 0.09026588

VALOR MAXIMO 40.95
 VALOR MINIMO 40.58
 PROMEDIO 40.7346154

El gráfico 5.17, observamos, los valores se encuentran arriba del límite de control (LC), lo que no es adecuado en el rendimiento. Además, el 61% de los valores están por arriba del límite de control superior (USL), e indica el incumplimiento con la especificación interna.

En la tabla 5.13, se muestra la frecuencia de la lectura de calidad en el evaporador donde 40.8°Brix tienen la mayor frecuencia de 13 lecturas.

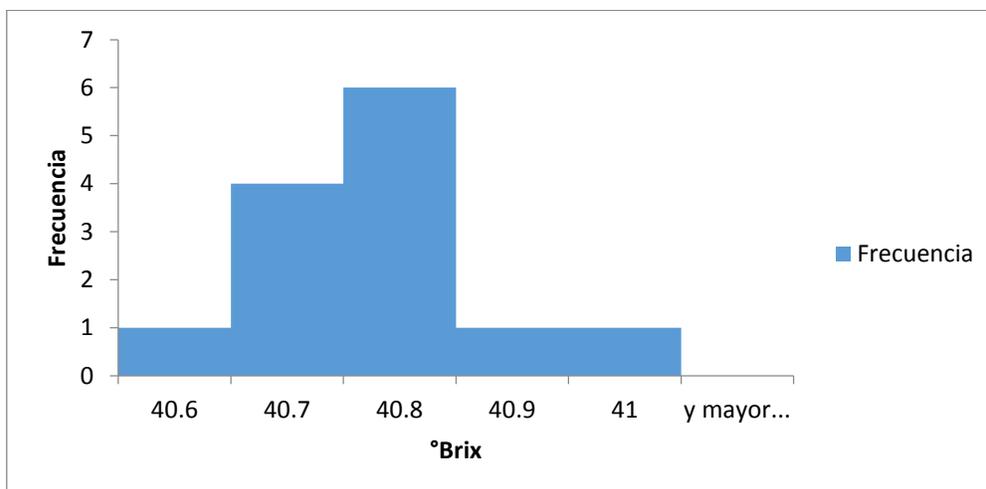
Tabla 5.13

Frecuencia del P.C.M.A. lectura de calidad en el evaporador.

| °Brix | Frecuencia |
|--------------|-------------------|
| 40.6 | 1 |
| 40.7 | 4 |
| 40.8 | 6 |
| 40.9 | 1 |
| 41 | 1 |

Gráfico 5.18

Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad en el evaporador.

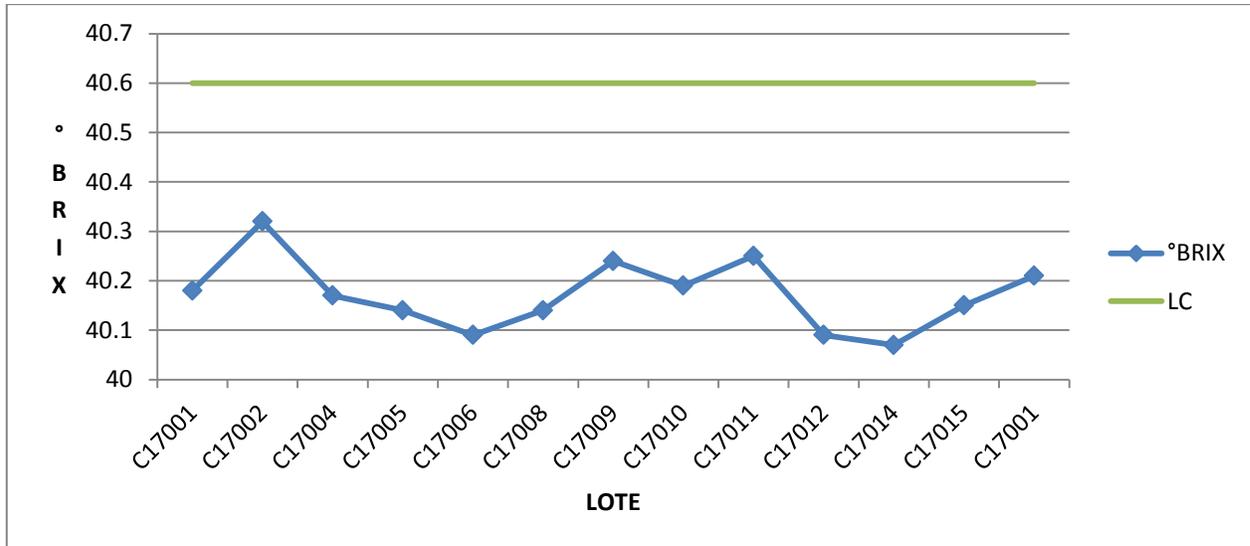


El gráfico 5.18, observamos, una distribución sesgada con tendencia central de 40.8°Brix y representa el 46%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la derecha y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.3.2. Lectura de producción en el evaporador

Gráfico 5.19

Gráfico de control del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx lectura de producción en el evaporador.



ESPECIFICACION INTERNA

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 40.50°Bx |
| LC (Limite de Control) | 40.60°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 40.70°Bx |

Desviación estándar 0.06840534

| | |
|--------------|-------------------|
| VALOR MAXIMO | 40.32 |
| VALOR MINIMO | 40.07 |
| PROMEDIO | 40.1723077 |

En la gráfica 5.19, observamos, los valores se encuentran abajo del límite de control (LC), lo cual es ideal en el rendimiento. Sin embargo, el 100% de los valores están fuera del límite de control inferior (LCL), e indica el incumplimiento total en la especificación interna.

En la tabla 5.14, se muestra la frecuencia de la lectura de producción en el evaporador donde 40.2°Brix tienen la mayor frecuencia de 13 lecturas.

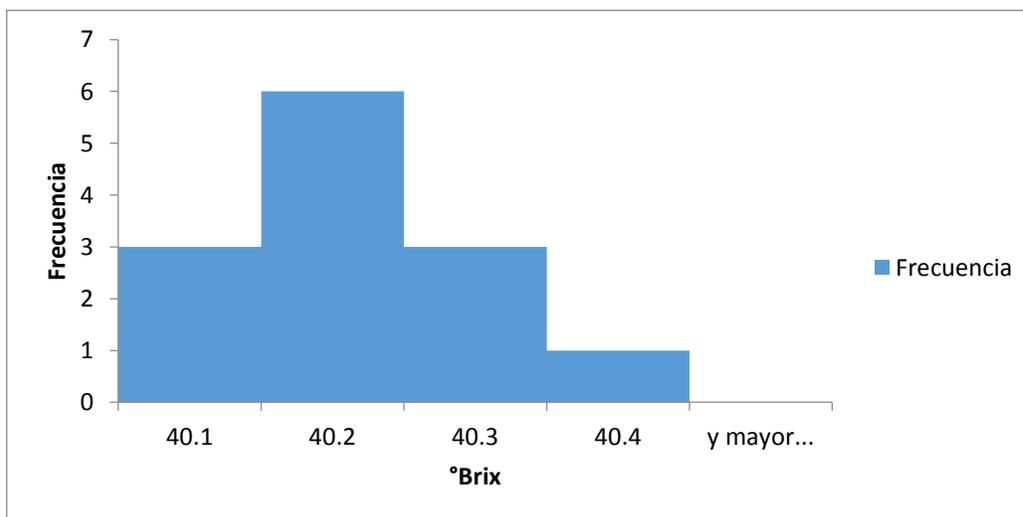
Tabla 5.14

Frecuencia del P.C.M.A. lectura de producción en el evaporador.

| <i>°Brix</i> | <i>Frecuencia</i> |
|--------------|-------------------|
| 40.1 | 3 |
| 40.2 | 6 |
| 40.3 | 3 |
| 40.4 | 1 |

Gráfico 5.20

Gráfico histograma de frecuencia lectura de producción en el evaporador.

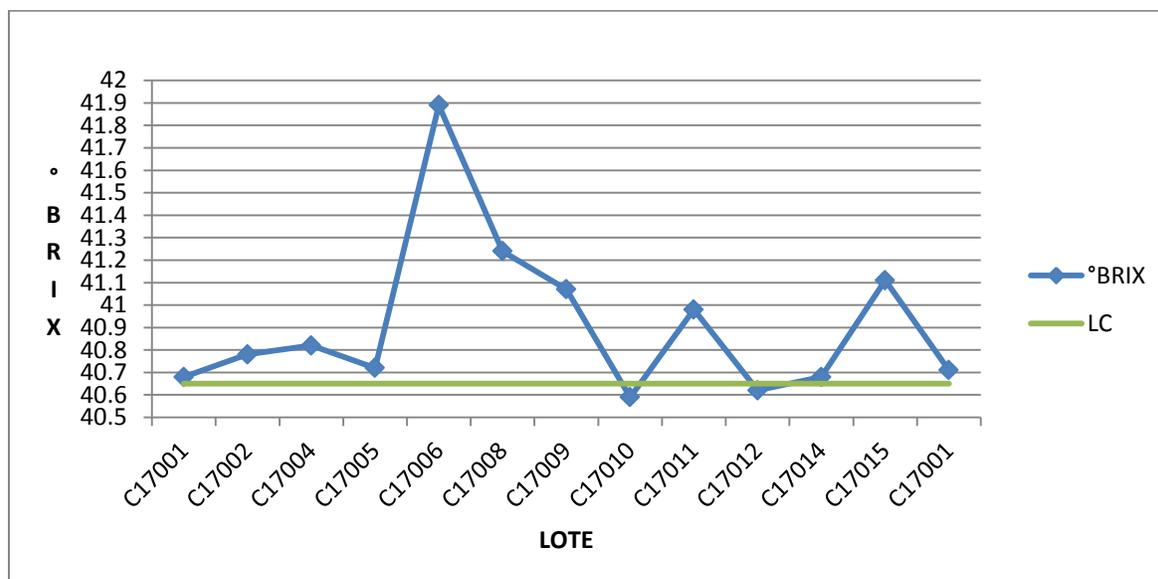


El gráfico 5.20, observamos, una distribución sesgada con tendencia central de 40.2°Brix y representa el 46%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la izquierda y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.3.3. Lectura de calidad en el producto terminado

Gráfico 5. 21

Gráfico de control del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx lectura de calidad del producto terminado.



ESPECIFICACION INTERNA

| | |
|----------------------------------|----------|
| LCL (Límite inferior de Control) | 40.50°Bx |
| LC (Limite de Control) | 40.60°Bx |
| USL (Límite superior de Control) | 40.70°Bx |

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Desviación estándar | 39.3297698 |
|----------------------------|-------------------|

| | |
|--------------|-------------------|
| VALOR MAXIMO | 41.89 |
| VALOR MINIMO | 40.59 |
| PROMEDIO | 40.9146154 |

El gráfico 5.21, observamos, los valores arriba del límite de control (LC), y no es recomendado en el rendimiento. Además, el 61% de los valores están fuera del límite de control superior (USL), en el que destaca un punto atípico, e indica el incumplimiento en la especificación interna.

En la tabla 5.15, se muestra la frecuencia de la lectura de calidad en el producto terminado donde 40.8°Brix tienen la mayor frecuencia de 13 lecturas.

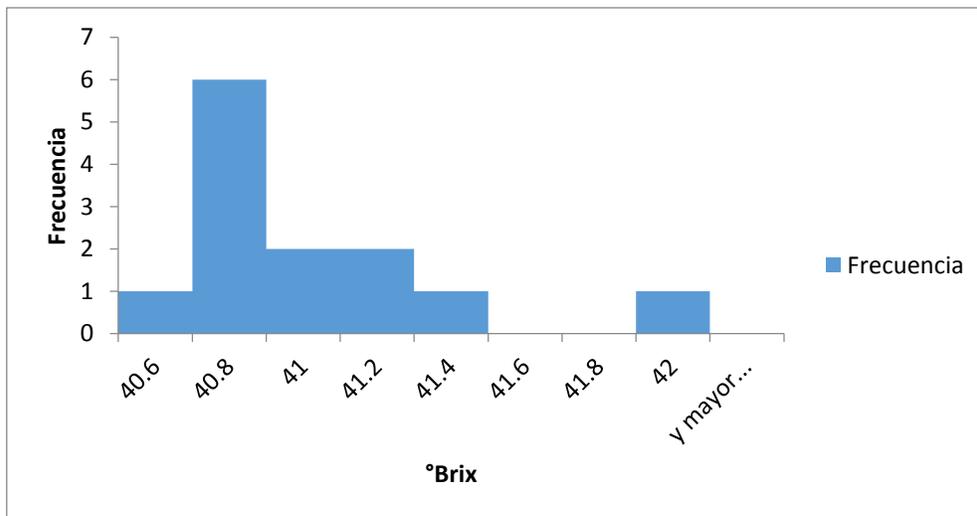
Tabla 5.15

Frecuencia del P.C.M.A. lectura de calidad en el producto terminado.

| °Brix | Frecuencia |
|--------------|-------------------|
| 40.6 | 1 |
| 40.8 | 6 |
| 41 | 2 |
| 41.2 | 2 |
| 41.4 | 1 |
| 41.6 | 0 |
| 41.8 | 0 |
| 42 | 1 |

Gráfico 5.22

Gráfico histograma de frecuencia lectura de calidad del producto terminado.



El gráfico 5.22, observamos, una distribución sesgada con tendencia central en 40.8°Brix y representa el 46%, con mucha variabilidad dado que se encuentra descentrada con sesgo a la derecha y fuera de los límites de control correspondiente a la especificación interna.

5.3.4. Análisis de varianza

Tabla 5.16

Análisis de varianza del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|--------------------------------|---------------|-------------|-----------------|--------------------|
| 1 PRODUCCIÓN (EVAPORADOR) | 13 | 522.24 | 40.17230769 | 0.005069231 |
| 2 CALIDAD (EVAPORADOR) | 13 | 529.55 | 40.73461538 | 0.008826923 |
| 3 CALIDAD (PRODUCTO TERMINADO) | 13 | 531.89 | 40.91461538 | 0.12774359 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 3.898312821 | 2 | 1.94915641 | 41.28409924 | 4.80858E-10 | 3.259446306 |
| Dentro de los grupos | 1.699676923 | 36 | 0.047213248 | | | |
| Total | 5.597989744 | 38 | | | | |

Tabla 3

Análisis de varianza del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx en el evaporador.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|--------------------|
| 1 PRODUCCIÓN | 13 | 522.24 | 40.17230769 | 0.005069231 |
| 2 CALIDAD | 13 | 529.55 | 40.73461538 | 0.008826923 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 2.055234615 | 1 | 2.055234615 | 295.799059 | 5.33231E-15 | 4.259677273 |
| Dentro de los grupos | 0.166753846 | 24 | 0.006948077 | | | |
| Total | 2.221988462 | 25 | | | | |

Tabla 5.18

Análisis de varianza del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx comparación evaporador y producto terminado.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|--------------------|
| 1 EVAPORADOR | 13 | 529.55 | 40.73461538 | 0.008826923 |
| 2 PRODUCTO TERMINADO | 13 | 531.89 | 40.91461538 | 0.12774359 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F calc</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.2106 | 1 | 0.2106 | 3.084121098 | 0.091815299 | 4.259677273 |
| Dentro de los grupos | 1.638846154 | 24 | 0.068285256 | | | |
| Total | 1.849446154 | 25 | | | | |

5.4. Discusión de resultados

Dados los resultados mencionados en el capítulo anterior, se encontró en los histogramas que la tendencia central de cada uno de los productos es desigual en los distintos puntos de inspección.

En el producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE se observa que la diferencia se encuentra entre 0.7 y 0.5 en referencia a la tendencia central de la lectura de calidad (valor alto) comparada con la de producción (valor bajo). Y con una diferencia de 0.3 entre la tendencia central de la lectura de calidad en el evaporador (valor bajo) y la del producto terminado (valor alto).

En el producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE se obtuvo una diferencia entre 0.6 y 0.3 entre la tendencia central de la lectura de calidad (valor alto) comparada con la de producción (valor bajo) en el evaporador. Y la diferencia de 0.1 entre la tendencia central de la lectura de calidad en el evaporador (valor bajo) y la del producto terminado (valor alto).

En el producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO se consiguió una diferencia de 0.5 entre la tendencia central de la lectura de calidad (valor alto) comparada con la de producción (valor bajo) en el evaporador. Por lo tanto, no hay diferencia entre la tendencia central de la lectura de calidad en el evaporador y la del producto terminado.

Asimismo, en los gráficos de control se analizan las similitudes entre los productos, donde se muestran los valores por encima del límite de control en la lectura de calidad en el evaporador, los valores se encuentran abajo en las lecturas de producción en el evaporador, y nuevamente los valores se encuentran arriba del límite de control en el producto terminado.

Dada la naturaleza del estudio, el gráfico de control nos ayuda a entender el comportamiento de los datos y analizar la variabilidad existente en los diversos productos. Sin embargo, el valor de la variabilidad lo fundamentamos con el análisis de varianza.

Capítulo 6

Conclusión y recomendaciones

6.1. Conclusión

En el presente estudio, se logró alcanzar el objetivo general el cual está orientado a evaluar la variabilidad y tendencia de °Bx de concentrados de pulpa de mango en donde quedó demostrada la existencia de variabilidad significativa en dos de los puntos de inspección (calidad-producción) en el evaporador. El punto de inspección de producto terminado únicamente el ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE demostró variabilidad significativa al compararse con los datos de las lecturas de calidad en el evaporador, mientras que los dos productos restantes de especie ataulfo a distintas concentraciones no presento variabilidad significativa.

La diferencia entre las tendencias de las lecturas de calidad y producción en el evaporador es de 0.3 a 0.7 y entre las lecturas de calidad en el evaporador y producto terminado es de 0 a 0.3. Por lo que se concluye que estas anomalías lo debemos a factores como el temporal de lluvias, temporada de recolección, el tiempo de maduración, condiciones de operación, operadores y equipos de mediciones.

6.2. Recomendaciones

- Establecer como parámetro la especificación interna de la empresa, dado que permite un mejor acomodo en la variabilidad por tipo de especie, en lugar de la especificación genera el cual es muy cerrado.
- Considerar las diferencias de tendencia a la hora de liberar en el Evaporador.
- Este estudio está limitado a evaluar la variabilidad y tendencia, mas no en determinar las causas que le atribuyen, por ello, se recomienda en realizar un estudio basado en las causas que lo producen.
- Calendarizar un mantenimiento preventivo en los equipos de mediciones.

Anexos

Tabla 6.19

Promedio por lotes del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 17/04/2017 | 17/04/2017 | 28.75 |
| C17013 | 07/04/2017 | 08/04/2017 | 28.83 |
| C17017 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.92 |
| C17018 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.78 |
| C17021 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 28.87 |
| C17022 | 07/05/2017 | 07/05/2017 | 28.7 |
| C17024 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 29.48 |
| C17025 | 14/05/2017 | 15/05/2017 | 28.78 |
| C17027 | 15/05/2017 | 15/05/2017 | 28.72 |
| C17028 | 15/05/2017 | 15/05/2017 | 28.59 |
| C17029 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 28.59 |
| C17030 | 18/05/2017 | 18/05/2017 | 28.64 |
| C17031 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.86 |
| C17032 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.96 |
| C17033 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.81 |
| C17034 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 29.26 |
| C17035 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 28.9 |
| C17037 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 28.56 |
| C17038 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 28.95 |
| C17039 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 28.82 |
| C17040 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 28.58 |
| C17041 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 28.83 |
| C17042 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.85 |
| C17043 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.59 |
| C17044 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.83 |
| C17045 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.67 |
| C17046 | 02/06/2017 | 02/06/2017 | 28.83 |
| C17047 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.85 |
| C17048 | 26/05/201 | 27/05/2017 | 28.75 |
| C17049 | 29/05/2017 | 30/05/2017 | 28.83 |
| C17050 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.67 |
| C17051 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.83 |
| C17052 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.85 |
| C17053 | 02/06/2017 | 02/06/2017 | 28.75 |
| C17054 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.71 |

Fuente: Formato de Evaporador del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes.

Tabla 6.20

Promedio por lotes del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 17/04/2017 | 17/04/2017 | 28.44 |
| C17013 | 07/04/2017 | 08/04/2017 | 28.49 |
| C17017 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.6 |
| C17018 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.85 |
| C17021 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 28.26 |
| C17022 | 07/05/2017 | 07/05/2017 | 28.15 |
| C17024 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 28.27 |
| C17025 | 14/05/2017 | 15/05/2017 | 28.1 |
| C17027 | 15/05/2017 | 15/05/2017 | 27.94 |
| C17028 | 15/05/2017 | 15/05/2017 | 28.16 |
| C17029 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 27.94 |
| C17030 | 18/05/2017 | 18/05/2017 | 27.96 |
| C17031 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.11 |
| C17032 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.3 |
| C17033 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.33 |
| C17034 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 28.19 |
| C17035 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 28.09 |
| C17037 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 28.25 |
| C17038 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 28.2 |
| C17039 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 27.96 |
| C17040 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 27.14 |
| C17041 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 28.28 |
| C17042 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.13 |
| C17043 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.3 |
| C17044 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 27.99 |
| C17045 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.29 |
| C17046 | 02/06/2017 | 02/06/2017 | 28.19 |
| C17047 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.21 |
| C17048 | 26/05/201 | 27/05/2017 | 28.17 |
| C17049 | 29/05/2017 | 30/05/2017 | 28.3 |
| C17050 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 27.99 |
| C17051 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.29 |
| C17052 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.19 |
| C17053 | 02/06/2017 | 02/06/2017 | 28.21 |
| C17054 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.17 |

Fuente: Formato de Evaporador del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes.

Tabla 6.21

Promedio por lotes del producto ASEPTIC TOMMY MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad del producto terminado

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 17/04/2017 | 17/04/2017 | 29 |
| C17013 | 07/04/2017 | 08/04/2017 | 28.87 |
| C17017 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 29.1 |
| C17018 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 29 |
| C17021 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 29.08 |
| C17022 | 07/05/2017 | 07/05/2017 | 28.84 |
| C17024 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 28.92 |
| C17025 | 14/05/2017 | 15/05/2017 | 29.31 |
| C17027 | 15/05/2017 | 15/05/2017 | 28.78 |
| C17028 | 15/05/2017 | 15/05/2017 | 28.77 |
| C17029 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 29.05 |
| C17030 | 18/05/2017 | 18/05/2017 | 28.64 |
| C17031 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 28.9 |
| C17032 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 29.02 |
| C17033 | 21/05/2017 | 21/05/2017 | 29.1 |
| C17034 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 28.78 |
| C17035 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 28.73 |
| C17037 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 28.8 |
| C17038 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 29.39 |
| C17039 | 25/05/2017 | 25/05/2017 | 29.1 |
| C17040 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 29.02 |
| C17041 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 29 |
| C17042 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.84 |
| C17043 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 29.39 |
| C17044 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.91 |
| C17045 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.61 |
| C17046 | 02/06/2017 | 02/06/2017 | 28.87 |
| C17047 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.82 |
| C17048 | 26/05/201 | 27/05/2017 | 28.62 |
| C17049 | 29/05/2017 | 30/05/2017 | 28.78 |
| C17050 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 28.64 |
| C17051 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 29.02 |
| C17052 | 30/05/2017 | 30/05/2017 | 29.38 |
| C17053 | 02/06/2017 | 02/06/2017 | 29.04 |
| C17054 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.69 |

Fuente: Programa Mexifrutas y Epicor.

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes.

Tabla 6.22

Promedio por lotes del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de calidad en el evaporador.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 28/02/2017 | 01/02/2017 | 28.47 |
| C17003 | 04/03/2017 | 04/03/2017 | 28.17 |
| C17004 | 04/03/2017 | 04/03/2017 | 28.51 |
| C17005 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.17 |
| C17006 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.04 |
| C17019 | 13/04/2017 | 14/04/2017 | 28.63 |
| C17020 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.88 |
| C17021 | 18/04/2017 | 18/04/2017 | 28.75 |
| C17022 | 18/04/2017 | 18/04/2017 | 28.56 |
| C17023 | 21/04/2017 | 21/04/2017 | 28.78 |
| C17024 | 25/04/2017 | 25/04/2017 | 28.56 |
| C17025 | 25/04/2017 | 25/04/2017 | 28.74 |
| C17027 | 30/04/2017 | 30/04/2017 | 28.81 |
| C17028 | 09/05/2017 | 10/05/2017 | 28.91 |
| C17029 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 29.2 |
| C17030 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.61 |
| C17031 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.63 |
| C17032 | 17/05/2017 | 03/06/2017 | 28.83 |

Fuente: Formato de Evaporador del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes

Tabla 6.23

Promedio por lotes del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30°Bx lectura de producción en el evaporador.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 28/02/2017 | 01/02/2017 | 28.43 |
| C17003 | 04/03/2017 | 04/03/2017 | 28.23 |
| C17004 | 04/03/2017 | 04/03/2017 | 28.16 |
| C17005 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.17 |
| C17006 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.04 |
| C17019 | 13/04/2017 | 14/04/2017 | 28.51 |
| C17020 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.6 |
| C17021 | 18/04/2017 | 18/04/2017 | 28.5 |
| C17022 | 18/04/2017 | 18/04/2017 | 28.4 |
| C17023 | 21/04/2017 | 21/04/2017 | 28.4 |
| C17024 | 25/04/2017 | 25/04/2017 | 28.42 |
| C17025 | 25/04/2017 | 25/04/2017 | 28.47 |
| C17027 | 30/04/2017 | 30/04/2017 | 28.63 |
| C17028 | 09/05/2017 | 10/05/2017 | 28.56 |
| C17029 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 28.2 |
| C17030 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.18 |
| C17031 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.05 |
| C17032 | 17/05/2017 | 03/06/2017 | 28.02 |

Fuente: Formato de Evaporador del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes.

Tabla 6.24

Promedio por lotes del producto ASEPTIC MANGO CONCENTRATE 28-30 °Bx lectura de calidad del producto terminado.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 01/03/2017 | 01/03/2017 | 28.83 |
| C17003 | 04/03/2017 | 04/03/2017 | 28.74 |
| C17004 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.43 |
| C17005 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.85 |
| C17006 | 07/03/2017 | 07/03/2017 | 28.6 |
| C17019 | 13/04/2017 | 14/04/2017 | 28.57 |
| C17020 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 28.85 |
| C17021 | 18/04/2007 | 18/04/2017 | 28.86 |
| C17022 | 18/04/2007 | 18/04/2007 | 28.59 |
| C17023 | 21/04/2017 | 21/04/2017 | 28.78 |
| C17024 | 25/04/2017 | 25/04/2017 | 28.68 |
| C17025 | 25/04/2017 | 25/04/2017 | 28.71 |
| C17027 | 30/04/2017 | 30/04/2017 | 28.49 |
| C17028 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 28.7 |
| C17029 | 10/05/2017 | 10/05/2017 | 29.07 |
| C17030 | 29/05/2017 | 29/05/2017 | 28.98 |
| C17031 | 02/06/2017 | 03/06/2017 | 28.43 |
| C17032 | 03/06/2017 | 03/06/2017 | 28.75 |

Fuente: Programa Mexifrutas y Epicor

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes.

Tabla 6.25

Promedio por lotes del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40-42°Bx lectura de calidad en el evaporador.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 28/04/2017 | 28/04/2017 | 40.58 |
| C17002 | 29/04/2017 | 29/04/2017 | 40.75 |
| C17004 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 40.63 |
| C17005 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 40.71 |
| C17006 | 07/05/2017 | 07/05/2017 | 40.76 |
| C17007 | 08/05/2017 | 08/05/2017 | 40.79 |
| C17008 | 14/05/2017 | 14/05/2017 | 40.84 |
| C17009 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 40.79 |
| C17010 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 40.7 |
| C17011 | 18/05/2017 | 18/05/2017 | 40.95 |
| C17012 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 40.74 |
| C17014 | 25/05/2017 | 26/05/2017 | 40.69 |
| C17015 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 40.75 |
| C17001 | 29/04/2017 | 29/04/2017 | 40.66 |

Fuente: Formato de Evaporador del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

Nota: Se introdujo un lote perteneciente al producto ASEPTIC MANGO MANILA CONCENTRATE 40-42°Brix debido a que solo existe un dato.

Tabla 6.26

Promedio por lotes del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx lectura de producción en el evaporador.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 28/04/2017 | 28/04/2017 | 40.18 |
| C17002 | 29/04/2017 | 29/04/2017 | 40.32 |
| C17004 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 40.17 |
| C17005 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 40.14 |
| C17006 | 07/05/2017 | 07/05/2017 | 40.09 |
| C17007 | 08/05/2017 | 08/05/2017 | 39.95 |
| C17008 | 14/05/2017 | 14/05/2017 | 40.14 |
| C17009 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 40.24 |
| C17010 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 40.19 |
| C17011 | 18/05/2017 | 18/05/2017 | 40.25 |
| C17012 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 40.09 |
| C17014 | 25/05/2017 | 26/05/2017 | 40.07 |
| C17015 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 40.15 |
| C17001 | 29/04/2017 | 29/04/2017 | 40.21 |

Fuente: Formato de Evaporador del Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

Nota: Se introdujo un lote perteneciente al producto ASEPTIC MANGO MANILA CONCENTRATE 40-42°Brix debido a que solo existe un dato.

Tabla 6.27

Promedio por lotes del producto PULPA CONCENTRADA DE MANGO ATAULFO 40 - 42°Bx lectura de calidad del producto terminado.

| LOTE | FECHA DE INICIO | FECHA DE TERMINACIÓN | °Brix |
|--------|-----------------|----------------------|-------|
| C17001 | 29/04/2017 | 30/04/2017 | 40.68 |
| C17002 | 29/04/2017 | 29/04/2017 | 40.78 |
| C17004 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 40.82 |
| C17005 | 04/05/2017 | 05/05/2017 | 40.72 |
| C17006 | 07/05/2017 | 07/05/2017 | 41.89 |
| C17008 | 14/05/2017 | 14/05/2017 | 41.24 |
| C17009 | 16/05/2017 | 16/05/2017 | 41.07 |
| C17010 | 17/05/2017 | 17/05/2017 | 40.59 |
| C17011 | 18/05/2017 | 18/05/2017 | 40.98 |
| C17012 | 22/05/2017 | 23/05/2017 | 40.62 |
| C17014 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 40.68 |
| C17015 | 26/05/2017 | 26/05/2017 | 41.11 |
| C17001 | 29/04/2017 | 30/04/2017 | 40.71 |

Fuente: Programa Mexifrutas y Epicor.

Nota: Algunos promedios de °Brix no existe registro o están inmersos en otros lotes.

Tabla 6.28

Especificación interna de la empresa.

| | | |
|--|----------------------|--------------------|
| CONCENTRADO ASÉPTICO DE MANGO TOMMY 28 – 30 °Brix | Jugo Refinado | ≥ 14.0 |
| | Evaporación | 28.6 – 28.9 |
| | Envasado | 28.6 – 28.9 |
| CONCENTRADO ASÉPTICO DE MANGO 28 – 30 °Brix | Jugo Refinado | ≥ 18.0 |
| | Evaporación | 28.4 – 28.8 |
| | Envasado | 28.5 – 28.8 |
| PULPA DE MANGO ATAULFO 40 – 42 °Brix | Jugo Refinado | ≥ 18.0 |
| | Evaporación | 40.5 – 40.7 |
| | Envasado | 40.5 – 40.8 |

Fuente: Analista de pulpas en planta Chiapas MEXIFRUTAS.

Tabla 6.29

Especificación general de la empresa.

| | | |
|--|--------------------|--------------------|
| CONCENTRADO ASÉPTICO DE MANGO TOMMY 28 – 30 °Brix | Evaporación | 28.5 – 28.7 |
| CONCENTRADO ASÉPTICO DE MANGO 28 – 30 °Brix | Evaporación | 28.5 – 28.7 |
| PULPA DE MANGO ATAULFO 40 – 42 °Brix | Evaporación | 40.5 – 40.7 |

Fuente: Analista de pulpas en planta Chiapas MEXIFRUTAS.

Referencias bibliográficas

- 9000, n. (2001). *GESTION DE LA CALIDAD normas 9000*. (Vinca, LLC, propiedad de Betsy Hsiao y Cynthia Weber.) Obtenido de <http://www.normas9000.com/content/que-es-iso.aspx>
- Alliance, R. (1987-2017). *Rainforest Alliance* . Obtenido de Rainforest Alliance :
<http://www.rainforest-alliance.org/lang/es/about/marks/rainforest-alliance-certified-seal>
- Castsaño, S. (2016). *DQS*. Recuperado el 2017, de DQS: <http://dqsiberica.com/sedex-etica-y-sostenibilidad-certificados-agrisur-y-traservi/>
- Empaque de Mangos del C.I.P., S. d. (30 de Noviembre de 2009). *Identificación de las necesidades logísticas para la comercialización del sistema producto Mango de la región noreste*. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/Mangos.pdf
- FAO. (2017). Recuperado el Junio de 2017, de DEPÓSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO:
<http://www.fao.org/docrep/008/y5136s/y5136s07.htm>
- Green, R. H. (2012). Control estadístico de procesos. En R. H. Perry, *Manual del Ingeniero Químico* (Septima ed., Vol. 2, págs. 8-26). España: McGraw-Hill.
- International, S. (2012). *SGF*. (© 2012 SGF International e.V., Am Hahnenbusch 14 b, 55268 Nieder-Olm, Alemania) Recuperado el Junio de 2017, de <https://www.sgf.org/en/home/fks/halbwarenkontrolle/>
- LRQA. (2017). *Lloyd's Register Quality Assurance Limited*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.lrqamexico.com/certificaciones/FSSC-22000-Inocuidad-Alimentaria/>
- MexiFrutas. (s.f.). *MexiFrutas*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de MexiFrutas:
<http://mexifrutass.com/proceso.html>
- Montgomery, D. C. (2009). INTRODUCTION TO STATISTICAL QUALITY CONTROL. En D. C. Montgomery, *Control estadístico de la calidad* (R. P. GARCIA, Trad., tercera ed., Vol. 1, págs. 1-77). BALDERAS 95, MÉXICO: Limusa, S.A. AND JOHN WILEY & SONS.
- NPIC. (25 de Junio de 2015). *NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER*. Obtenido de NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER: <http://npic.orst.edu/faq/organic.es.html>
- PADILLA, C. L. (2015). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INHIBITORIA DE SANITIZANTES QUÍMICOS EN EL CRECIMIENTO DE Alicyclobacillus spp. PARA LA EMPRESA MEXIFRUTAS S.A DE C.V. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEPIC, aseguramiento de control y calidad , TEPIC, NAYARIT.*

SALAZAR, H. G. (2004). CONTROL estadístico DE CALIDAD Y SEIS SIGMA. En H. G. SALAZAR, *CONTROL estadístico DE CALIDAD Y SEIS SIGMA* (págs. 22-47). D.F., México: Mc Graw Hill.

Vicéns Otero, J., Herrarte Sánchez, A., & Medina Moral, E. (ENERO de 2005). ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA). *ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)*.