

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES INFLUYENTES EN LA LÍNEA  
DE PRODUCCIÓN DE JARABES QUE ORIGINAN LA  
ACUMULACIÓN DE PRODUCTOS EN PROCESO.**

**Caso: Arco Iris Laboratorio C.A, ubicada en Maracay. Edo. Aragua.**

Trabajo final de grado presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. Fernández C., Luisana.  
para optar al título de  
Ingeniero de Proceso Industriales.

Cagua, Junio de 2016

## **TRABAJO FINAL DE GRADO**

# **ANÁLISIS DE LOS FACTORES INFLUYENTES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JARABES QUE ORIGINAN LA ACUMULACIÓN DE PRODUCTOS EN PROCESO.**

**Caso: Arco Iris Laboratorio C.A, ubicada en Maracay. Edo. Aragua.**

**Tutor Académico:** Ing. Jenny Bengochea.

**Tutor Industrial:** Dr. Alfredo Pinto.

**Autor:** Luisana Fernández Capriles.

Cagua, junio de 2016

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado primeramente a Dios y a la Santísima Virgen, por brindarme la dicha de vivir y ser mi soporte para alcanzar mis metas.

A mi madre, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y de mi carrera, siendo mi guía e inspiración para superar todos los obstáculos que se presentaron.

A mi padre por haberme guiado por el camino de la ingeniería y por su amor y valiosos consejos a lo largo de la carrera, lo que se tradujo en el éxito de hacerme una profesional universitaria.

A mi abuelos Luisa y Rogelio, por su confianza y actitud de triunfo para conmigo, siendo ejemplos de superación.

A mis abuelos Ana y Muñiz que desde el cielo me colmaron de bendiciones.

A mi hermano, amigos y familia en general, quienes me han brindado su apoyo en todo momento.

De no ser por su amor, apoyo y colaboración nunca hubiese logrado uno de los mejores triunfos de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional y ser humano.

A la Universidad Central de Venezuela, por ser una institución de prestigio, que me permitió culminar esta meta y de la cual me siento muy orgullosa de egresar.

A la empresa Arco Iris Laboratorio C.A., por abrirme sus puertas para crecer profesionalmente y desarrollarme en el campo laboral, en especial a la Dra. Carmen Elena Tabares por su amable colaboración y guía en el transcurso de la investigación.

A mi tutora, Ing. Jenny Bengochea, quien con su dedicación y cariño me guio en el desarrollo de este trabajo, siendo un aporte fundamental en la realización del mismo.

A Francisco Alejandro, por su gran amor, constancia e incansable empuje para conmigo, a lo largo de mi carrera.

A mis amigos de la universidad por todos los momentos buenos que vivimos durante cada materia que cursamos y por apoyarme en los momentos más difíciles.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una manera u otra impactaron en mi vida a lo largo de este camino para que hoy por hoy esté a punto de lograr una de las metas más importantes en mi vida.

A todos ustedes mi más sincero reconocimiento.

Muchas Gracias!

# **ANÁLISIS DE LOS FACTORES INFLUYENTES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JARABES QUE ORIGINAN LA ACUMULACIÓN DE PRODUCTOS EN PROCESO.**

**Caso: Arco Iris Laboratorio C.A, ubicada en Maracay. Edo. Aragua.**

**Luisana Fernández Capriles**

**Tutor Académico: Ing. Jenny Bengochea. Trabajo Final. Cagua, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales. Año 2016.**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado se desarrolló en la empresa Arco Iris Laboratorio C.A., la cual es una empresa del sector farmacéutico dedicada a la fabricación de productos naturales. En la actualidad existe la necesidad de analizar los factores influyentes en la línea de producción de Jarabes que originan la acumulación de productos en proceso. La investigación se llevó a cabo en tres fases: la descripción de la situación actual, identificación de las causas y estudio de los factores críticos que originan la acumulación de productos en proceso, para lo que se utilizaron técnicas y herramientas, tales como: diagramas de flujo de proceso, tormenta de ideas, diagrama de causa-efecto, técnica de grupo nominal, diagrama de Pareto, estudio de tiempo y matriz FODA. El estudio fue elaborado bajo un diseño de campo y nivel de investigación analítica, aplicados a una muestra causal de 48 lotes del jarabe Jengibre Miel. La información recolectada permitió determinar que la diferencia existente entre las capacidades de producción de las diversas estaciones de trabajo que componen la línea de producción y la propia capacidad de las máquinas son las principales causas de la acumulación de productos durante el proceso. Por tal motivo, se realizó un estudio de las capacidades del que se concluyó que el área de envasado es la estación de trabajo que limita el flujo de la producción y por ende es el lugar en el que se acumula la mayor cantidad de productos. Posteriormente se determinó la capacidad de la máquina llenadora ubicada en esta estación, evidenciándose que solo está siendo utilizado el 33% del diseño original de la máquina, del cual se pudo constatar un índice de utilización del 58%. De acuerdo a esta información, se brindó a la empresa un conjunto de recomendaciones que pueden contribuir al desarrollo de estrategias para reducir o eliminar las debilidades que poseen y aprovechar las oportunidades que se presenten en el mercado.

**Palabras Claves:** Jarabes, Productos en Proceso, Factores Influyentes, Análisis de Procesos, Capacidad de Producción.

## ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Índice general.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	iiiv
Índice de fórmulas.....	ix
Introducción.....	1
<b>Capítulo I El Problema.....</b>	<b>4</b>
Planteamiento del Problema.....	4
Objetivos.....	9
<b>Capítulo II Marco de Referencia.....</b>	<b>10</b>
Antecedentes.....	10
Marco teórico.....	13
Glosario de términos.....	43
<b>Capítulo III Marco metodológico.....</b>	<b>47</b>
Tipo de Investigación.....	47

Diseño de Investigación.....	47
Unidad de Análisis.....	47
Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	48
Técnicas para el análisis y presentación de la información.....	53
Fases metodológicas.....	55
<b>Capítulo IV Resultados y discusión.....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>92</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>94</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>100</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### TABLA

1	Parámetros de Aceptación de la Muestra del Jengibre Miel.....	16
2	Calificación de Desempeño para el factor de Habilidad.....	29
3	Calificación de Desempeño para el factor de Esfuerzo.....	30
4	Calificación de Desempeño para el factor de Condiciones.....	30
5	Calificación de Desempeño para el factor de Consistencia.....	31
6	Holguras recomendadas por ILO.....	33
7	Ponderaciones de la técnica de grupo nominal.....	50
8	Categorización de Factores.....	72
9	Resultado de las Ponderaciones de la técnica de grupo nominal.....	73
10	Número de ciclos a estudiar.....	76
11	Tiempos de Preparación.....	77
12	Calificación de desempeño de elemento.....	78
13	Holguras Asignadas a un elemento.....	80
14	Resumen del Estudio de Tiempos.....	81
15	Estándares de Tiempo por lote.....	82
16	Capacidad de producción por estaciones.....	83
17	Capacidad Teórica de la Máquina Llenadora.....	84
18	Estudio de Capacidad Efectiva.....	85
19	Paradas No Programadas.....	86
20	Capacidad de acuerdo a los picos de llenado.....	87
21	Matriz FODA .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURA

1	Símbolos de Diagrama de Flujo de Proceso.....	19
2	Símbolos no estándar de Diagrama de Flujo de Proceso.....	19
3	Ejemplo Estudio de Tiempos: forma continua.....	24
4	Ejemplo de Diagrama de Causa-Efecto.....	38
5	Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	41
6	Formato para la recolección de información.....	51
7	Formato para estudio de tiempos.....	52
8	Formato para registro de paradas.....	52
9	Formato para Diagrama de Flujo de Proceso.....	53
10	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Dispensado(Operador)..	60
11	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Dispensado(Material)....	60
12	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Fabricado(Operador)....	62
13	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Fabricado(Material).....	62
14	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Envasado(Operador)....	64
15	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Envasado(Material).....	64
16	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Codificado(Operador)...	65
17	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Codificado(Material)....	66
18	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Etiquetado(Operador)....	67
19	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Etiquetado(Material)....	67
20	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Embalado(Operador)....	68
21	Diagrama de Flujo de Proceso de estación de Embalado(Material)....	69
22	Diagrama Causa-Efecto.....	72
23	Diagrama de Pareto .....	74
24	Diagrama de Pareto de Paradas No Programadas.....	87

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

### FÓRMULA

1	Número de ciclos a estudiar.....	25
2	Desviación estándar muestral.....	26
3	Tiempo Promedio.....	27
4	Cálculo de la calificación de desempeño.....	28
5	Tiempo Normal.....	31
6	Cálculo de las Holguras.....	34
7	Tiempo estándar .....	34
8	Capacidad de producción.....	35
9	Índice de utilización de la Capacidad.....	36

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la industria farmacéutica es un importante elemento en los sistemas de asistencia sanitaria dedicadas a la fabricación de medicamentos para la salud. Actualmente es considerado como uno de los sectores más importantes e influyentes del mundo, debido a la necesidad del ser humano de buscar una explicación a los fenómenos y una solución a sus problemas de salud o en la búsqueda del bienestar. Desde las más antiguas civilizaciones, el uso de plantas con propiedades medicinales fueron utilizadas por el hombre de forma empírica, para la cura de las enfermedades.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS 1980), los productos naturales y su utilización a lo largo del tiempo, incluida la experiencia transmitida de generación en generación, ha demostrado la inocuidad y la eficiencia de la medicina tradicional, constituyendo actualmente un área de la industria creciente, basada en la fabricación de productos medicinales compuestos por elementos naturales. Por su parte, la medicina tradicional ha mantenido su popularidad en todo el mundo, sin embargo a partir de 1990 se ha constatado un resurgimiento de su utilización en muchos países, propiciando la creación de industrias farmacéuticas naturistas cuyo fin es el descubrimiento, desarrollo, fabricación y comercialización de estos productos.

En consecuencia al espacio que iban ocupando los productos naturales, la OMS publicó en 1991 las “Pautas para la evaluación de Medicamentos Herbarios”, en el que se establece la necesidad de garantizar la Calidad, Seguridad y Eficacia en los procesos de fabricación de productos a base de plantas medicinales, además de la exigencia para los fabricantes de disponer de los medios materiales y personales, la organización y la capacidad operativa suficiente para cumplir con las normas de correcta manufactura, todo esto a través del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura las cuales

constituyen un factor que asegura que los productos se fabriquen en forma uniforme y controlada.

De igual manera, desde hace dos décadas los consumidores de productos naturales han constituido un importante segmento de la población alrededor del mundo, caracterizado principalmente por los alimentos integrales, por un marcado alejamiento de los fármacos y por un creciente uso de los métodos de la salud natural para sostener un buen nivel de vida. Junto a los consumidores, se ha visto un crecimiento considerable en la población vegetariana, casas naturistas, restaurantes vegetarianos, gimnasios y productores de suplementos vitamínicos que buscan dar satisfacción a los requerimientos del sector bajo culturas basadas en la naturaleza y en el bienestar personal.

Venezuela no escapa de esta realidad, durante años se ha mantenido a la vanguardia de la investigación y desarrollo de la medicina naturista, siendo referencia obligatoria a nivel mundial. Actualmente en el país existen aproximadamente 70 laboratorios farmacéuticos que fabrican productos naturales registrados oficialmente en el Ministerio del Poder Popular para la Salud y hasta la fecha se ha visto un incremento del 80% en las ventas de productos naturales, siendo esto evidencia de la creciente tendencia mundial hacia un estilo de vida que incorpora a los productos naturales como un enfoque cultural de la medicina basada en la naturaleza.

En la presente investigación se describió el proceso de una de las empresas fabricantes de productos naturales con mayor trayectoria en el país, la empresa Arco Iris Laboratorio C.A., fabricante de cápsulas y jarabes a base de productos naturales es caracterizada por sus productos de alta calidad. El trabajo consta de cuatro capítulos, los cuales son descritos a continuación:

En el Capítulo I, se refiere al problema de la investigación, en cual se describe el planteamiento del mismo con respecto a la situación actual de la empresa y los objetivos de la investigación, tanto objetivo general como objetivos específicos.

Así mismo, en el Capítulo II, se presenta el marco referencial, en el que se señalan los antecedentes del estudio y las bases teóricas que lo sustentan.

El Capítulo III está conformado por el marco metodológico, que comprende el tipo y diseño de la investigación, la unidad de análisis, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y las técnicas de análisis y presentación de la información. Así como también, las fases metodológicas que describen las actividades que se realizaron a los largo del estudio para cumplir con los objetivos de investigación.

En el Capítulo IV se describe el análisis de los resultados mediante el cumplimiento de las tres fases metodológicas, las cuales están conformadas de la manera siguiente: fase uno, se refiere a la descripción de la situación actual de la línea de producción de jarabes de la empresa, conformada por diagrama de flujo; en la segunda fase está presente un análisis de las causas encontradas en la línea de producción estudiada, la cual se llevó a cabo mediante una tormenta de ideas, técnica de grupo nominal y un diagrama de Pareto. Posteriormente se encuentra la fase tres, en la cual se realizó un estudio de tiempos y de las capacidades de producción de las estaciones de trabajo que conforman la línea de producción de jarabes, así como también, la capacidad de la máquina de la estación que posee la menor capacidad de producción del sistema.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones con el propósito de ofrecer las apreciaciones generales de los resultados y las recomendaciones pertinentes para la solución de la problemática actual.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del Problema**

Con la idea de mantener y penetrar nuevos mercados, las empresas han sido impulsadas a poseer altos niveles de competitividad, de allí la importancia de que las mismas consideren aspectos estratégicos como la flexibilidad, el tiempo, la calidad y los costos, para poder adaptarse a los cambios y no quedar fuera del mercado. No obstante, las grandes decisiones estratégicas no conducen a ninguna parte, si las decisiones tácticas que las sustentan están equivocadas. Es por ello que el análisis de los sistemas de producción representa un medio por el cual la empresa puede encontrar las limitaciones reales que le impiden optar y consolidar liderazgo en su sector productivo.

En este punto, la visión general de los procesos ofrece una imagen mucho más precisa de cómo la empresa funciona en realidad y de cómo, la selección de técnicas y estrategias apropiadas, brindan a los gerentes la posibilidad de operar en forma efectiva. Las empresas manufactureras deben tener sistemas de producción que le permitan lograr eficientemente el tipo de producción que realizan, estos sistemas relacionan elementos como mano de obra, equipos y procedimientos diseñados para combinar materiales y procesos que constituyen sus operaciones de manufactura. De allí la necesidad de controlar y administrar las operaciones, ya que esto permitirá a la empresa obtener un mejor desempeño en sus procesos, siendo éste el factor decisivo para los logros específicos de la organización.

La industria farmacéutica no escapa de esta realidad, los progresos rápidos y sustanciales de éste sector en los últimos tiempos la han impulsado a mejorar

continuamente y plantearse estrategias para ser más competitivas, teniendo como horizonte la búsqueda de la excelencia. Al mismo tiempo han pasado a constituirse como organizaciones generales de la producción; concebidas de manera tal que, el medicamento fabricado resulte conforme con las normas establecidas, que se cumplan el conjunto de técnicas y procedimientos previstos, y que se evite toda omisión, contaminación, error o confusión en el transcurso de las diversas operaciones.

Para ésta industria, cada elemento que compone al proceso productivo es fundamental en el desarrollo y competitividad de la misma, ya que repercute en aspectos como calidad, tiempo y costos. Tal es el caso de Laboratorios Baxter S.A., un reconocido laboratorio farmacéutico a nivel internacional, el cual se vio en la obligación de minimizar los tiempos de sus operaciones, como la legalización de contratos para la incorporación de nuevos proveedores, permitiéndole de esa manera obtener una ventaja competitiva con respecto a otras empresas en cuanto al aprovisionamiento de materiales.

La Industria Capsuvar S.A. es otro ejemplo de ello, con la idea de aumentar la productividad de la línea de fabricación de cápsulas, esta empresa estudió las variables involucradas con el proceso; determinando que algunas etapas del proceso brindaban una importante oportunidad para incrementar la productividad ya que presentan considerables porcentajes de capacidad no utilizada, lo cual es reflejo de un aprovechamiento deficiente de los recursos disponibles. Para tal efecto, las industrias farmacéuticas han determinado la importancia de comprender cabalmente cómo funcionan sus procesos y cómo una falla en su ejecución puede influir de manera considerable en el proceso y en el producto final.

Éste es el caso de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A, ubicada en el sector La Candelaria en Maracay, Edo. Aragua, dedicada a la producción, distribución y venta de cápsulas y jarabes a base de productos naturales. En los últimos 5 años esta empresa se ha visto en la necesidad de mejorar sus procesos continuamente en la búsqueda de

su crecimiento en el mercado nacional; de esa manera la empresa ha conseguido aumentar sus niveles de producción y ampliar las ventas a todo el país, pasando de un total de 5.000 unidades vendidas en el año 2002 a 450.000 unidades en el 2009, y en el año 2014 un total de 1.975.000 unidades vendidas.

En ese último año en particular se registró un incremento del 30% en las ventas de uno de los 60 productos realizados en la empresa, llamado Jengibre Miel. El cual lo llevó a posicionarse como uno de los 10 productos más vendidos en el año 2014 en la organización, siendo el jarabe líder en su rubro; de acuerdo a registros del departamento de Ventas de la empresa. A este respecto, la gerencia general evaluó la necesidad de mejorar la línea de producción de Jarabes con la finalidad de aumentar la producción de éstos y alcanzar los niveles de demanda esperados para el primer semestre del siguiente año que indicaban un incremento del 16% adicional en las ventas del Jengibre Miel.

Cabe destacar, que en ésta línea de producción se fabrican 16 jarabes distintos, dentro de los cuales se encuentra el Jengibre Miel, la misma está constituida por 6 estaciones de trabajo, empezando por la dispensación de la cantidad de extractos de materia prima necesarios para la producción de un lote de jarabe, seguido de la fabricación en donde se realiza la mezcla de la materia prima, luego el área de envasado donde se introduce el líquido en frascos y realiza el tapado de los mismos, posteriormente la codificación de los frascos y el etiquetado respectivo y por último el área de embalaje en donde se distribuyen los frascos en paquetes de 12 unidades y se disponen en cajas, en espera de la aprobación del departamento de Control de Calidad para el traslado al almacén y su siguiente distribución.

De acuerdo con lo anterior, a finales del año 2014 se modificó el diseño original de la mencionada línea, con la incorporación de nuevos equipos que facilitaron los procesos, como lo son, una máquina para la codificación de Jarabes y una máquina termoencogedora semi-automática para el empaquetado de frascos, además se

sustituyó el tanque de fabricación por uno con mayor capacidad (de 120 L a 270 L), lo que permitió el aumento de unidades por lote y ahorro de análisis microbiológicos que implicaban tiempo y altos costos en el proceso. Aunado a esto se realizaron remodelaciones en el área de dispensado, con la ampliación del almacén de materia prima.

Sin embargo, en el año 2015 se empezó a observar una acumulación de productos durante el proceso en algunas estaciones de trabajo de la línea de fabricación de Jarabes, influyendo principalmente en la entrega de pedidos a los clientes, los cuales poseían un retraso en la entrega del pedido de entre 40 y 50 días. Así mismo, se pudo constatar que la producción planificada por el Departamento de Planificación de la Producción no coincidía con la producción real, contribuyendo ésto a la acumulación de productos ya que por parte del departamento se continuaban generando planes de producción que finalmente no serían cumplidos en el período de tiempo comprometido al cliente, ocasionando inconformidades en éstos y un ciclo sin fin.

Por otra parte, la acumulación constituye un posible foco de contaminación debido a la exposición del producto a agentes externos del ambiente como el polvo y los insectos, y al riesgo de contaminación cruzada por las posibilidades de confusión de un tipo de jarabe con otro; esta situación compromete la calidad del producto y expone a la empresa a sanciones económicas que oscilan entre 37 y 185 U.T. impuestas por Ministerio del Poder Popular para la Salud según el artículo 74 de la Ley de Medicamentos publicada en Gaceta Oficial 37.006 el 03 de Agosto del año 2000, por el incumplimiento de las normas de buenas prácticas de manufactura (B.P.M).

Éstas normas constituyen un factor fundamental para asegurar que los productos se fabriquen en forma uniforme y controlada, con el objetivo principal de disminuir los riesgos inherentes a toda producción farmacéutica; las mismas establecen la necesidad de que los productos en proceso deben ser mantenidos en condiciones apropiadas, y que las áreas de trabajo y de almacenamiento durante el procesado deben

permitir la lógica ubicación de materiales, para reducir al mínimo el riesgo de confusión.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, se estudiaron los factores que generan la acumulación de productos en proceso en las diferentes estaciones de trabajo; para establecer recomendaciones que permitan cumplir con los tiempos de entrega de los pedidos, garantizar la calidad del producto y que la empresa pueda convertirse en una organización más competitiva. A éste respecto, y para el desarrollo de esta investigación se planteó la siguiente interrogante: ¿Qué factores son influyentes en la línea de producción de Jarabes que originan la acumulación de productos en proceso de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A. ubicada en Maracay, Edo. Aragua?

## **Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Analizar los factores influyentes en la línea de producción de Jarabes que originan la acumulación de productos en proceso en la empresa Arco Iris Laboratorio C.A., ubicada en Maracay, Edo. Aragua.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la línea de producción de Jarabes en la empresa Arco Iris Laboratorio C.A.
- Identificar los posibles factores que influyen en la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de Jarabes de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A.
- Examinar los factores que originan la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de Jarabes de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A.

## CAPÍTULO II

### MARCO DE REFERENCIA

#### Antecedentes

Oliveros Carlos (2013), en su trabajo de grado titulado. **Propuesta de un Plan de Mejora para eliminar el arrastre de arena, porosidad y moldes rotos, en las piezas fabricadas en la empresa Alfa Metal Casting C.A.**, realizado en la Universidad José Antonio Páez, propuso un plan de mejoras para eliminar el arrastre de arena, porosidad y moldes rotos, en las piezas fabricadas en la empresa Alfa Metal Casting C.A. Dicha investigación se realizó mediante un diagnóstico de la situación actual del proceso y un análisis de las debilidades encontradas en él, y finalmente diseñar un plan de mejoras en base al análisis realizado. En la investigación se aplicaron diversas técnicas en la búsqueda de las mejores soluciones a la problemática descrita, como lo son la observación directa para verificar las condiciones de terminación de la pieza después del desmoldeo, entrevistas no estructuradas a los operadores y análisis de las operaciones a cada etapa del proceso de fundición.

Posteriormente se procedió a la identificación de las debilidades encontradas, clasificándolas con un diagrama de causa-efecto, con el propósito de realizar un análisis de cada falla encontrada y determinar las oportunidades de mejora en la producción de piezas metálicas. Éste análisis permitió proponer un conjunto de acciones correctivas para la eliminación de arrastre de arena, porosidad y moldes rotos en las piezas metálicas, entre las cuales se encuentran la capacitación del personal, la descripción de una nueva mezcla para la realización de los moldes de arena, mejoras en el proceso de moldeo y un formato para el control del proceso. Ésta investigación sirvió de base para el desarrollo de las técnicas utilizadas para el análisis del problema, como el diagrama de causa-efecto y el análisis de las operaciones de cada etapa del proceso.

En este orden de ideas, Rengifo Liz (2013), en su trabajo de grado titulado. **Plan de Mejoras en las Líneas de Inyección de la Empresa Derivados Plásticos C.A. ubicada en Valencia, Edo. Carabobo**, realizado en la Universidad José Antonio Páez. El presente Trabajo Especial de Grado se ejecutó en la empresa Derivados Plástico C.A. dedicada a la fabricación de tuberías y accesorios de vinil (PVC). La investigación tiene como objetivo desarrollar un plan de mejoras que permita el cumplimiento de los planes de producción en las líneas de inyección de la empresa. Con éste fin, se identificó la situación problemática del proceso de inyección, mediante la observación directa y entrevistas no estructurada. Esto permitió identificar las oportunidades de mejoras, mediante un diagrama de Ishikawa en el cual se expusieron las causas que impedían el cumplimiento de los planes de producción. Para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados, se propuso el diseño de una nueva estructura para el almacenamiento de moldes de inyección, el dictado de charlas acerca del programa de las 5'S para mantener orden y limpieza en el área, la redistribución del almacén, y la disminución de los tiempos de montaje de moldes, debido a la implantación de la metodología SMED. Por lo tanto, éste trabajo fue utilizado para la realización del estudio de las causas que ocasionan la acumulación de productos en proceso, ya que el autor concentra el mismo en el método de las 6M.

Igualmente, Oirdobro, S. y Sánchez, S. (2012), en su trabajo de grado titulado. **Plan de Mejora de Proceso en la Línea de Producción UNILOY 6 en la empresa Plásticos y Desarrollo S.A**, realizado en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, plantea que ésta investigación tiene como objetivo general, realizar un plan de mejoras de proceso en la línea de producción Uniloy 6 en la empresa Plásticos y Desarrollo S.A. La investigación se llevó a cabo en tres fases: diagnóstico la situación actual, análisis de las causas y, diseño y desarrollo un plan de mejoras. Para ello se utilizaron técnicas y herramientas de recolección de datos tales como: descripción del proceso productivo, diagrama de enfoque de proceso, observaciones directas, entrevista no estructurada, tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, técnicas de grupo nominal, diagrama de Pareto y estudio de tiempo.

La información recolectada permitió diagnosticar las no conformidades presentes en la línea de Uniloy 6, por lo que se concluyó que la empresa no cuenta con la existencia de indicadores de gestión para las actividades, la falta de adiestramiento adecuado a los operarios y falta de mantenimiento preventivo en las maquinarias; por tal motivo los autores elaboraron un plan de capacitación al personal y aplicación de mantenimiento preventivo que permitan controlar y garantizar el buen funcionamiento de la línea. El aporte de ésta investigación fue el de servir como una guía para la determinación de los estándares de tiempo de las operaciones, siendo esta una herramienta que permite buscar mejoras para incrementar la producción.

A su vez, Palencia, A. y Zambrano, J. (2012), en su trabajo de grado titulado, **Propuesta para el Incremento de la Capacidad de Producción de una Empresa Manufacturera de Tequeños y Pastelitos. Caso: Don Sabroso C.A.**, realizado en la Universidad de Carabobo, tiene como objetivo proponer soluciones para incrementar en al menos un 30% o más la capacidad de producción de masa para pasteles y tequeños, en Don Sabroso C.A.; sobre la base de un análisis de la situación actual para determinar los factores que afectan negativamente el rendimiento de esta empresa. Posteriormente, con la ayuda de la metodología ESIDE, diagramas de proceso y causa-efecto se logró identificar los factores críticos que afectan el sistema como reprocesos, demoras, movimientos disergonómicos, baja autoestima, falta de métodos previamente definidos.

Se proponen las siguientes mejoras al sistema dispositivos para troquelado y cortes de masa, 5'S como base para el orden y limpieza, planes de acción de mantenimiento preventivo a todas las máquinas, talleres de autoayuda, el aumento de la capacidad de producción una vez aplicada las alternativas de mejora arrojaron como resultado un incremento del 60%, superando los requerimientos de la empresa y por consiguiente la meta del estudio. De acuerdo a esto, la investigación sirvió de guía para el desarrollo del estudio de la capacidad basado en la forma como el inadecuado uso de recursos afectan de forma directa la capacidad de producción.

## **Marco Teórico**

### **Arco Iris Laboratorio C.A.**

Arco Iris Laboratorio C.A es una empresa que se dedica a la fabricación de productos naturales. Con más de 20 años de trayectoria, se encuentra ubicada en el Centro Comercial La Candelaria, Local 19. Maracay - Edo. Aragua. Venezuela Código Postal 2101. Además de Arco Iris Laboratorio C.A, actualmente existen dos empresas más asociadas, las cuales son: Arco Iris Industria C.A y Arco Iris Droguería C.A. La primera cuya finalidad es la recepción de la materia prima proveniente de los cultivos y la fabricación de extractos, y la segunda encargada de la distribución y venta de productos terminados provenientes de Arco Iris Laboratorio C.A.

La empresa Arco Iris C.A inicia sus actividades en la década de los 80 en Maracay, estado Aragua, como Arco Iris Industria C.A, fabricante de granola, afrecho de trigo y galletas integrales. La empresa se dedicaba a la fabricación y distribución de sus productos y de productos de terceros en todo el territorio nacional. Para ese entonces la empresa no contaba con mucho personal, por lo que el Sr. Horacio Olguín, naturista y dueño de la empresa, era el principal encargado de todas y cada una de las actividades que se realizaban en la empresa, desde compra, hasta la venta y distribución de sus productos.

Venezuela es considerada el cuarto país del planeta con mayor biodiversidad de plantas medicinales, es así como surge la idea de la fabricación de productos naturistas como medicamentos alternativos que promuevan y restablezcan la salud. Es así como en 1997 nace Arco Iris Laboratorio C.A, como laboratorio naturista, y junto al mismo se adquieren varias hectáreas de terreno con el único fin de asegurar la calidad de la materia prima. En ese entonces la empresa contaba con una fabricación artesanal de solo 15 productos, entre capsulas y jarabes, y también infusiones de té.

No es sino hasta el año 2003 cuando la empresa Arco Iris Laboratorio tiene un surgimiento en el país que la impulsa a surgir como empresa reconocida y de esa manera ir transformando sus procesos artesanales en procesos cada vez más automatizados, para ese año se forma Arco Iris Droguería C.A como la tercera rama de la empresa, para la venta y distribución de los medicamentos elaborados.

En la actualidad, gracias a un esfuerzo de mejoramiento sostenido, Arco Iris Laboratorio se encuentra a la vanguardia en la elaboración de Productos Naturales, con un catálogo que abarca más de 60 productos, y además contando con:

- Instalaciones autorizadas por el MSDS.
- Procesos bajo el estricto cumplimiento de las normas de Buenas Prácticas de Fabricación.
- Laboratorio de Control de Calidad.
- Cultivos propios libres de agrotóxicos, que aseguran la calidad de la materia prima.
- Productos formulados para una alta efectividad.

### **Proceso Productivo de Jarabes**

El proceso productivo de jarabes es un proceso en el que por medio de recursos tecnológicos, humanos y económicos, se transforman extractos en jarabes. Los jarabes son formas farmacéuticas líquidas para administración oral, de consistencia viscosa y con altas concentraciones de sacarosa u otros azúcares, son utilizados generalmente en niños para el tratamiento de enfermedades. Las exigencias para la fabricación de jarabes son altas, algunas de ellas son:

- Se debe disponer de personal calificado y capacitado, infraestructura y espacios apropiados, equipos adecuados, materiales y envases de calidad aceptable, almacenamiento y transporte apropiado, y personal, laboratorios y equipos adecuados para efectuar los controles durante el proceso de fabricación.

- Se deben mantener registros durante la fabricación, con el fin de demostrar la realización de las operaciones exigidas por los procedimientos establecidos, y que la cantidad y calidad del producto son las previstas; cualquier desviación significativa debe registrarse e investigarse exhaustivamente.
- Los registros referentes a la fabricación y distribución deben mantenerse completos y accesibles para asegurar la trazabilidad del producto.
- Para asegurar la protección del producto contra la contaminación, el personal debe vestir ropas adecuadas a las labores q realiza, utilizar guantes, cobertores para la cabeza y zapatos, y tapa bocas.
- Debe prohibirse el fumar, comer, beber, o masticar, como también el mantener plantas, alimentos, bebidas, en las áreas de producción, laboratorio y almacenamiento.
- Las instalaciones usadas para la fabricación de productos farmacéuticos deben estar diseñadas y acondicionadas para facilitar el saneamiento adecuado y ofreciendo la máxima protección contra el ingreso de insectos y animales.
- Las instalaciones deben mantenerse en buen estado de conservación, asegurando que las condiciones de iluminación, temperatura, humedad y ventilación no influyan negativamente en los productos farmacéuticos durante su fabricación y almacenamiento, o en el funcionamiento apropiado de los equipos.
- El almacenamiento y distribución deben ser adecuados para reducir el mínimo riesgo de disminución de la calidad, considerando la limpieza y la temperatura del área.
- Todos los procesos de fabricación deben estar definidos claramente, deben ser revisados sistemáticamente y debe comprobarse que poseen la calidad adecuada para cumplir con las especificaciones.

Para esto último, el departamento de control de calidad realiza análisis fisicoquímicos y microbiológicos a muestras de materia prima, materiales de envasado y productos en proceso, con la finalidad de garantizar la calidad del producto terminado. Sin embargo, las normas de Buenas Prácticas de Manufactura, en el informe 32, establecen la necesidad de retener un número suficiente de materia prima para posibilitar un examen del producto en el futuro su fuera necesario.

Cabe destacar que el departamento control de calidad de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A. cuenta con unos parámetros de aceptación previamente determinados, los cuales permiten aprobar o rechazar la muestra. Cada jarabe posee parámetros distintos de acuerdo a sus componentes, para el jarabe de Jengibre Miel estos parámetros son:

Tabla 1. Parámetros de Aceptación de la Muestra del Jengibre Miel.

Análisis Físico Químicos		Análisis Microbiológicos	
pH	3,8 – 4,8	Aerobiosofilos u.f.c/ml	Max. 10 <sup>3</sup>
		Mohos u.f.c/ml	Max. 10 <sup>2</sup>
Densidad	1,25 – 1,35	Levaduras u.f.c/ml	Max. 10 <sup>2</sup>

La evaluación del producto terminado debe abarcar todos los factores pertinentes, incluyendo las condiciones de producción, los resultados de los análisis realizados durante el proceso de producción, la fabricación (incluyendo el envasado), la documentación, el cumplimiento de las especificaciones del producto terminado, y el examen del paquete final. Para la distribución y venta de cualquier producto farmacéutico, es necesario que su calidad haya sido aprobada como satisfactoria, por lo que una vez obtenidos y aprobados los resultados de ambos análisis el producto puede ser comercializado.

### **Línea de Producción**

Burgos (1995), define línea de producción como una disposición de área de trabajo, donde los eventos consecutivos están colocados en forma inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente en forma uniforme a través de una serie de operaciones balanceadas, la cual permite el trabajo simultáneo en todas las estaciones llevando el material a su condición final a través de un camino razonable directo.

## Ventajas en la Línea de Producción

1. Proveer un flujo continuo de trabajo con el mínimo de demoras.
2. Los operarios pueden realizar su trabajo de una manera rutinaria, pues el trabajo ha sido dividido y cada uno de ellos realiza una parte específica del mismo.
3. Todas las operaciones se realizan simultáneamente.

Las líneas de producción surgen como consecuencia de la aplicación de los principios de división del trabajo, según los cuales se divide el trabajo en tareas individuales que son asignadas a operadores situados en áreas de trabajo consecutivas. A medida que el producto avanza en la línea, cada operador añade su participación de trabajo, de tal manera que un operador dado realiza el mismo tipo de tareas sobre cada parte que pasa por su sitio.

## Seguimiento del Trabajo

Es un procedimiento de observación continua que permite obtener información de las actividades realizadas por el hombre y/o máquina. Su utilización se basa en la relación existente entre las demoras, los elementos de trabajo y el tiempo total de un proceso. Para llevar a cabo esta técnica se deben observar las operaciones y diseñar un formato en el cual se registren las actividades observadas con sus respectivos tiempos de duración, esto con la finalidad de determinar márgenes o tolerancias existentes en el trabajo.

Uno de los métodos más comunes para registrar todas las actividades observadas son los diagramas como representación gráfica relativa al proceso industrial existente, para esto se encuentran los diagramas de operaciones, de flujo, recorrido, interrelación Hombre- Máquina, entre otros; cada uno de los cuales tiene una utilidad específica que permitirá un adecuado y completo análisis de los métodos existentes según las necesidades del investigador.

## **Diagrama de Flujo de Proceso**

Según Niebel y Freivalds (2004), es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un proceso con la finalidad de formar una imagen de la secuencia total de acontecimientos que ocurren durante el proceso. Comprende toda la información que se considera deseable para el análisis, tal como el tiempo necesario y la distancia recorrida. Existen actualmente dos tipos de diagramas de flujo, uno que hace referencia al material, mientras que el otro muestra en detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones.

El diagrama se realiza mediante símbolos, que constituyen el conjunto estándar, sin embargo, Niebel y Freivalds (obj. cita) señalan que en ciertas ocasiones, algunos otros símbolos no estándar pueden utilizarse para indicar operaciones administrativas o de papeleo (ver Figura 1 y 2).

**Operación:** Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.

**Transporte:** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

**Inspección:** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.

**Demora:** Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Retrasando el siguiente paso planeado.

Almacenaje: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos por movimientos o usos no autorizados.

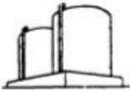
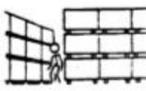
<b>Operación</b>  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
<b>Transporte</b>  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
<b>Almacenamiento</b>  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
<b>Retrasos</b>  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
<b>Inspección</b>  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Figura 1. Símbolos de Diagrama de Flujo de Proceso

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

	Se generó un registro
	Se agregó información a un registro
	Se tomó una decisión

Figura 2. Símbolos no estándar de Diagrama de Flujo de Proceso

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

De acuerdo a la cantidad de transportes y almacenajes observados, se utilizó el diagrama de flujo de proceso como método para la descripción de las actividades realizadas, ya que este permite mostrar más detalles del proceso productivo que los demás, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

### **Estudio De Tiempos**

Es una técnica empleada para registrar y determinar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. El estudio tiene la finalidad de minimizar los tiempos para la ejecución de trabajos y eliminar o reducir tiempos improductivos.

La disponibilidad de estándares de tiempo es fundamental en cualquier organización, debido a que el tiempo es un recurso limitado y como tal requiere ser aprovechado en forma óptima. El tiempo estándar va a ser entonces la base o denominador común que permitirá determinar diferentes elementos. Este posee múltiples usos, entre los cuales tenemos:

- Es una herramienta que ayuda a establecer la estandarización de los procesos a través del balanceo de las líneas de producción.
- Ayuda a la planificación de la producción en base a los tiempos estándares estimados, evitando de esa forma una planeación basada en conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la supervisión, ya que permite lograr una coordinación de hombres, máquinas, materiales, herramientas y métodos, que pueden ser usados como patrones para medir la eficiencia productiva del departamento.
- Permite la determinación de las capacidades de producción, una vez conocidas las horas disponibles para la instalación y el tiempo que se requiere para producir una unidad de producto.

- Ayuda a establecer las cargas de trabajo que facilitan la coordinación entre operarios y máquinas, y proporcionan a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinarias y equipos en caso de expansión.
- Permite formular un sistema de costos estándar. Al ser multiplicado el tiempo estándar por la cuota por hora fijada, nos proporciona el costo de la mano de obra directa por pieza.

De acuerdo a Niebel y Freivalds (2004), para facilitar la medición, la operación se divide en elementos. El analista debe observar la operación durante varios ciclos para lograr la descomposición de la misma en elementos. Estos elementos deben registrarse en la secuencia correspondiente al proceso y dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

Resulta necesario, al realizar la división de elementos de trabajo de una estación, mantener los tiempos de máquina separados a los tiempos de ejecución manual o de esfuerzo, ésto debido a que por lo general los tiempos de máquinas resultan ser constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico), mientras que los tiempos de ejecución manual son variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).

Con la finalidad de lograr consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro es necesario identificar el principio y el final de los elementos tomando en consideración tanto el sentido visual como el auditivo, de este modo se pueden asociar los puntos terminales de los elementos a sonidos o movimientos producidos. Una vez realizada la separación de todos los elementos correspondientes a una operación, es necesario describir cada elemento con toda exactitud con el objetivo de registrar toda la información referente a cada operación.

Los elementos en un estudio de tiempos pueden ser:

- Repetitivos: Están presentes en todos los ciclos de trabajo.
- Casuales: Aparecen de forma regular e irregular en los ciclos de trabajo.
- Constantes: Los tiempos de ejecución se mantienen fijos en todos los ciclos.
- Variables: Los tiempos de ejecución no se mantienen fijos en todos los ciclos.
- Manuales: Son ejecutados por el operador.
- Mecánicos: Son ejecutados por la máquina.
- Dominantes: Poseen un tiempo de duración mayor que cualquier otro tiempo de los elementos realizados simultáneamente.
- Extraños: No forman parte necesaria del trabajo.

### **Técnicas De Cronometrado**

Según Niebel y Freivalds (2004), la realización de un estudio de tiempo implica la utilización de un cronómetro como una de las herramientas fundamentales en el mismo, es necesario conocer las técnicas de cronometrado a emplear para de esa forma seleccionar la técnica que más se ajuste a los elementos de las operaciones. Éstas técnicas de medición permiten registrar el tiempo y el ritmo de trabajo, correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas, entre ellas se tiene:

- Método de regreso a cero o cronometraje con vuelta a cero.

En ésta técnica los tiempos se toman directamente al culminar cada elemento, el cronómetro se coloca en su posición inicial y se repite el ciclo con el elemento siguiente. Sin embargo, ésta técnica tiene ciertas ventajas y desventajas, las cuales deben ser entendidas claramente por el analista antes de estandarizar una forma de registrar valores. Una de las grandes ventajas del método radica en que debido a que

los registros de los tiempos son leídos directamente, no es preciso hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas.

Por otro lado, el método se adapta mejor a estudios donde predominan tiempos largos, debido a la exactitud que puede arrojar el mismo. Lowry, Maynard y Stegemerten señalan: “Se ha encontrado que la manecilla del cronómetro permanece inmóvil de 0.00003 a 0.000097 de hora, en el momento del regreso a cero, dependiendo de la velocidad con la que se oprime y se suelta el botón del cronómetro”. Esto se traduce en una pérdida de 0.0038 min por elemento, es decir, 3.88% de error en un elemento que durase 0.10 min. Por supuesto, el porcentaje de error disminuirá a medida que el elemento sea más largo. Los nuevos cronómetros electrónicos no poseen tal inconveniente puesto a que no se pierde tiempo al regresarlos a cero.

- Método Continuo o cronometraje acumulativo.

En esta técnica el cronómetro en ningún momento es detenido durante el estudio, de manera que el analista de tiempo debe registrar de manera consecutiva cada una de las actividades. Éste método resulta ser más adaptable a elementos cortos, además de evitar pérdidas de tiempo al regresar la manecilla a cero. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, este método requiere de un trabajo adicional de oficina para evaluar el estudio, ya que el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento por lo tanto es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es importante recalcar la necesidad de que el analista conozca el proceso y sus respectivos elementos previo a la elección de la técnica de cronometrado, ya que esto le permitirá elegir el método que más se ajuste a las necesidades del mismo.

Por otro lado, es necesario establecer un formato que permita registrar todos los detalles del estudio de tiempos. En la figura 3 se muestra un ejemplo de éste formato, diseñado por los autores Meyers y Stephens (2006), el cual fue adecuado de acuerdo a los requerimientos del estudio y con la finalidad de mejorar su presentación para este trabajo. En la forma se registran los diferentes elementos que conforman la estación, así como los ciclos estudiados, Además permite realizar los cálculos correspondientes al tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar.

Fred Meyers & Associates											Hoja de trabajo de estudio de tiempos				<input type="checkbox"/> Con retroceso a cero		<input checked="" type="checkbox"/> Continuo								
Descripción de la operación:											Ensamble de las partes 2 y 4, máquina de atornillar y estaca, inspeccionar														
Número de parte:		Número de operación:		Número de dibujo:		Nombre de la máquina:		Número de la máquina:																	
4650-0950		1515		4650-0950		Prensa		21																	
Nombre del operador:		Meses en el trabajo:		Departamento:		Número de herramienta:		Alimentaciones y velocidades:		Ninguna															
Meyers		5		Ensamblado		M61		Ciclo de máquina:		8:30 A.M.															
Descripción de las partes:											Especificación del material:														
Golf Club Sole Assembly - Woco & Steel																									
Núm. de elemento	Descripción del elemento	Lecturas										Total Ciclos	Tiempo promedio	% R	Tiempo normal	Frecuencia	Tiempo Unitario Normal	Rango	R/X	Máximo					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
1	Ensamblar	R	9	41	71	1.07	38	77	2.08	48	77	3.07	.76	9	.084	90	.076	1	1	.076	.03				
		E	.09	.09	.09	(15)	.08	.08	.10	.07	.08	.08													
2	Atornillar	R	15	46	79	13	43	82	14	53	82	93	.51	9	.057	100	.057	1	1	.057	.03	.53			
		E	06	05	08	06	05	05	06	05	05	(10)													
3	Prensar	R	28	59	94	27	66	95	28	66	96	4.06	1.22	9	.136	110	.150	1	1	.150	.02				
		E	13	13	15	14	(23)	13	14	13	14	13													
4	Inspeccionar	R	32	62	92	30	69	98	41	69	99	4.09	.25	8	.031	100	.031	1	1	.031	.01				
		E	.04	.03	(02)	.03	.03	.03	(13)	.03	.03	.03													
5	Cargar tornillos	R										3.83	.76	1	.76	125	.950	1	10	.095	---				
		E																							
		R																							
		E																							
		R																							
		E																							
		R																							
		E																							
Elementos extraños:		Notas:										R/X	Núm. de ciclos	Minutos normales en total											
* 1.23 Parte obstruida		La carga de tornillos podría mejorarse para eliminar .095 minutos (ahorrar)										.1	2	409											
* 2.13 Parte que se intentó repetir												.2	7	Tolerancia + ..... 10% 241											
* 3.10 Reiniciar desde la carga de tornillos												.3	15	Minutos estándar 450											
												.4	27	Horas por unidad 0.0750											
Ingeniero:		Fecha:												.5	48	Unidades por hora 133									
Fred Meyers		2/25/xx												.6	45	Al reverso									
Aprobado por:		Fecha:												.7	83	Distribución de la estación de manufactura									
Fred Meyers		2/26/xx												.8	108	Esquema del producto									
														.9	138										
														.10	169										

Figura 3. Ejemplo Estudio de Tiempos: forma continua.

Fuente: Meyers y Stephens (2006).

### Número de Ciclos a Estudiar

Siendo el objetivo de la medición conocer un tiempo justo, es preciso realizar previamente un cálculo del número de ciclos que deberán ser estudiados con el fin de asegurar la existencia de una muestra confiable. El número de ciclos en el trabajo que debe registrarse para el estudio, depende del grado de exactitud deseado y de la variabilidad de los tiempos observados en el estudio preliminar.

El nivel de confianza del estudio de tiempos depende en gran medida del cálculo de número de ciclos a estudiar. Existen varios métodos que permiten realizar tal cálculo, entre ellos se han creado ecuaciones para ayudar en la determinación del número de observaciones por efectuar, Niebel y Freivalds (2004) propone una ecuación para determinar el número requerido de lecturas para una exactitud dada, resulta de igualar  $\frac{ts}{\sqrt{N}}$  a un porcentaje de  $x$ , para luego despejar  $N$  (ver Fórmula 1).

Fórmula 1. Número de Ciclos a Estudiar

$$N = \left( \frac{ts}{K\bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

$t$ : Valor de la tabla  $t$  Student.

$s$ : Desviación estándar de la muestra.

$\bar{x}$ : Valor promedio de la muestra.

$K$ : Porcentaje de aceptación de  $\bar{x}$ .

La determinación del número de ciclos a estudiar arroja validez a los datos obtenidos y por ende a la investigación, esto se realiza a través de métodos estadísticos, los cuales permiten asegurar un tiempo a un nivel de confianza determinado. Para esto es necesario realizar una toma de tiempos previa, con el fin de establecer una muestra piloto, a la cual se calculara la media muestral y la desviación estándar de los datos. Cabe destacar que los estudios de tiempos suelen involucrar solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una distribución  $t$  de student.

- Desviación Estándar

Canavos (1998), define la desviación estándar como un índice numérico que mide el grado de dispersión o variabilidad de un conjunto de datos con respecto a su media aritmética. Es una medida cuadrática que resulta del promedio de las desviaciones individuales de cada observación. La desviación estándar es un indicador

que posee muchas aplicaciones, para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que es necesario conocer también la desviación que representan los datos respecto a la media de una distribución, con la finalidad de tener una visión de los mismos lo más acorde con la realidad a la hora de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones (ver Fórmula 2).

Fórmula 2. Desviación estándar muestral.

$$\sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Donde:

$x_i$  = Valor de la muestra.

$\bar{x}$  = Promedio de las muestras.

$n$  = Cantidad de muestras.

#### - Distribución t de Student

Publicada por primera en 1908 por W.S Gosset, la distribución  $t$  es un estadístico de prueba que permite estimar y probar una media y una diferencia de medias (independiente y pareada). Para derivar la ecuación de esta distribución, Gosset supone que las muestras se seleccionan de una población normal y, a diferencia de la distribución  $Z$ , éste estadístico de prueba permite utilizar la desviación estándar de la muestra ( $s$ ) como una estimación de ( $\sigma$ ) para un número de observaciones en la muestra menores de 30 (ver Anexo A).

#### - Intervalo de Confianza

Según Meyer (1973), se llama así a un intervalo en el cual se estima que un parámetro estará cierto bajo una probabilidad determinada. El intervalo es calculado a partir de datos de una muestra, y el parámetro estará representando a un parámetro

poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación e representa por el nivel de confianza, el cual no es más que la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre dentro del intervalo de confianza. El nivel de confianza se representa por  $1-\alpha$ , donde  $\alpha$  es el error de estimación admisible o nivel de significación, ésto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.

### **Tiempo Promedio**

El tiempo promedio (TP) es una medida aritmética del tiempo que transcurre al ejecutar una determinada tarea (ver Fórmula 3).

Fórmula 3. Tiempo Promedio.

$$TP = \frac{\sum X}{n} \quad (3)$$

Donde:

X: cada lectura de tiempo.

n: Numero de lecturas tomadas

Éste valor representa el tiempo efectivo que le toma al operador para realizar las operaciones respectivas a la estación de trabajo, sin considerar otros factores como el desempeño del operador y las condiciones del espacio.

### **Calificación de Desempeño**

#### - Sistema Westinghouse

Ésta es una técnica que permite evaluar el desempeño del operario para ejecutar una tarea. Existen una gran variedad de métodos para calificar el desempeño de los operarios para realizar una tarea, sin embargo no hay ningún método

universalmente aceptado, aun cuando la mayoría de las técnicas se basan primordialmente en el criterio del analista. Uno de los métodos de calificación más antiguo y más utilizado, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, en donde se consideran cuatro factores al evaluar la aceptación del operario, que son: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- La habilidad: se define como la “pericia en seguir un método dado”, este está relacionado con la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación para realizar las tareas.

- El esfuerzo: se define como “una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”, este relaciona la rapidez con la que el operario realiza las actividades.

- Condiciones: son aquellas circunstancias que afectan al operario y no a la operación.

- Consistencia: se refiere al grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.

Según Niebel y Freivalds (2004), es importante destacar que el factor de desempeño solo se aplica a los elementos realizados en forma manual; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 100%. El cálculo de la calificación de desempeño se realiza en la Fórmula 4.

Fórmula 4. Cálculo de la calificación de desempeño.

$$CD = 1 \pm C \quad (4)$$

Donde:

C: Coeficiente de desempeño del operador, obtenido a través del Método Westinghouse.

De acuerdo a Niebel y Freivalds (obj. cita), el método Westinghouse establece las siguientes tablas de porcentaje relacionados con la calificación de desempeño, en donde el criterio del analista es el punto más importante para calificar de acuerdo a este método (ver Tablas 2,3,4 y 5).

Tabla 2. Calificación de Desempeño para el factor de Habilidad.

HABILIDAD		
0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.10	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

Tabla 3. Calificación de Desempeño para el factor de Esfuerzo.

ESFUERZO		
0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.10	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.04	E1	ACEPTABLE
-0.08	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

Tabla 4. Calificación de Desempeño para el factor de Condiciones.

CONDICIONES	
0.06	IDEALES
0.04	EXCELENTES
0.02	BUENAS
0	REGULARES
-0.03	ACEPTABLES
-0.07	DEFICIENTES

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

Tabla 5. Calificación de Desempeño para el factor de Consistencia.

CONSISTENCIA	
0.04	PERFECTA
0.03	EXCELENTE
0.01	BUENA
0	REGULAR
-0.02	ACEPTABLE
-0.04	DEFICIENTE

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

### **Tiempo Normal**

Según Niebel y Freivalds (2004), éste se define como el tiempo requerido por el operario para realizar la operación cuando trabaja a una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o condiciones del espacio. Éste cálculo se realiza a través de la Fórmula 5.

Fórmula 5. Tiempo Normal.

$$\mathbf{T_n = TP \times CD} \quad (5)$$

Donde:

TP: Tiempo promedio.

CD: Calificación de Desempeño.

## **Determinación de Holguras**

Niebel y Freivalds (2004) definen el término de Holguras o Suplemento como un margen de tiempo adicional al requerido para ejecutar la actividad, a fin de compensar el agotamiento del operador y las distracciones que ocurren en toda tarea asignada (necesidades personales) y de esta forma llegar a un estándar justo. De acuerdo a la oficina internacional del trabajo de los Estados Unidos (ILO 1957), las holguras o suplementos pueden dividirse en holguras constantes y holguras por fatiga variables.

Las Holguras constantes por su parte, se basan en el tiempo utilizado para que un trabajador se recupere de la fatiga causada por la actividad realizada, siendo esta una actividad que no involucre un esfuerzo adicional al soportado para el bienestar del trabajador, estas se dividen en:

- Necesidades Personales: Se refiere a todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Esto incluye todas las visitas a la fuente de agua o a los baños.
  
- Fatiga Básica: La cual es una constante que toma en cuenta la energía consumida para realizar un trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, bajo buenas condiciones de trabajo y sin demandas especiales sobre sus sistemas motrices o sensoriales (ILO, 1957).

Las Holguras por Fatiga Variable, consideran todas aquellas interrupciones que, a diferencia de la fatiga básica, involucran un esfuerzo adicional del operador o condiciones de trabajo que puedan afectar el desempeño del mismo.

Tabla 6. Holguras recomendadas por ILO

<b>A. Holguras constantes:</b>	
1. Holgura personal. ....	5
2. Holgura por fatiga básica. ....	4
<b>B. Holguras variables:</b>	
1. Holgura por estar parado. ....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda. ....	0
b) Incómoda (flexionado). ....	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado). ....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5. ....	0
10. ....	1
15. ....	2
20. ....	3
25. ....	4
30. ....	5
35. ....	7
40. ....	9
45. ....	11
50. ....	13
60. ....	17
70. ....	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado. ....	0
b) Bastante abajo de lo recomendado. ....	2
c) Muy inadecuada. ....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable. ....	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino. ....	0
b) Trabajo fino o exacto. ....	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto. ....	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo. ....	0
b) Intermitente: fuerte. ....	2
c) Intermitente: muy fuerte. ....	5
d) De tono alto: fuerte. ....	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo. ....	1
b) Espacio de atención compleja o amplia. ....	4
c) Muy complejo. ....	8
9. Monotonía:	
a) Baja. ....	0
b) Media. ....	1
c) Alta. ....	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso. ....	0
b) Tedioso. ....	2
c) Muy tedioso. ....	5

Fuente: Nebel y Freivalds (2004).

Una vez establecido los porcentajes de holguras constantes y holguras por fatiga variable, se suman los valores tal y como se muestra en la Fórmula 6.

Fórmula 6. Cálculo de las Holguras

$$\text{Holgura} = \% \text{holguras constantes} + \% \text{holguras variables por fatiga} \quad (6)$$

### **Tiempo Estándar Para Una Operación**

Según la Norma ANSI STANDARD Z94.0-1982, se define el tiempo estándar como: “Es el valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal calificado. Por lo general se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal”. La medición de este tiempo se debe realizar considerando: un método, los equipos dados, condiciones específicas de trabajo, habilidades y aptitudes del operario, y las tolerancias que pueda presentar el sitio de trabajo.

Como cualquier estándar, esta unidad de medición es arbitraria, con el único requerimiento de que la población involucrada y que va a utilizarlo este de acuerdo con ella. Niebel y Freivalds (2004) establece la expresión que permite la obtención de tiempo estándar (TE) y se observa en la Fórmula 7.

Fórmula 7. Tiempo Estándar.

$$\text{TE} = \text{Tn} + (\text{Tn} \times \text{Holgura}) = \text{Tn} \times (1 + \text{holgura}) \quad (7)$$

Donde:

Tn: Tiempo Normal.

## Capacidad de Producción

Según Render (2009), la capacidad es el volumen de producción o número de unidades que puede alojar, recibir, almacenar o producir una instalación por un período de tiempo específico. Una vez conocidas las horas disponibles para la preparación y el tiempo que se requiere para producir una unidad de producto, el cálculo de la capacidad de producción se obtiene de la siguiente forma (ver Fórmula 8).

Fórmula 8. Capacidad de Producción.

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{\text{Jornada} \times \text{Número Máquinas}}{\text{Tiempo por Unidad}} \quad (8)$$

El estudio de la capacidad es una base para obtener conocimiento sobre lo que los procesos realizan o son capaces de hacer. La capacidad de las operaciones se refiere a la capacidad productiva de la instalación. En las empresas, la capacidad es un factor de gran importancia, debido a que ésta es quien permite proveer la cantidad de producción necesaria para satisfacer la demanda actual y futura del cliente, además de que facilita o dificulta la programación y costos de producción. Finalmente, esta representa una inversión para la organización.

A menudo resulta difícil obtener una medida real de capacidad a causa de las variaciones cotidianas que se presentan en el proceso. Los empleados se ausentan o retrasan, la ocurrencia de paradas por fallas de equipos, la necesidad de tiempos muertos para realizar ajustes en las máquinas, es posible observar que la capacidad de una instalación rara vez pueda ser medida en términos precisos y las medidas a ser usadas deben ser interpretadas cuidadosamente.

Existen dos tipos de capacidades, de acuerdo a García (2003), resulta sencillo calcular la capacidad teórica si se conoce el tiempo de los diferentes elementos que configuran el proceso. Por el contrario para determinar la capacidad efectiva se requiere

un cálculo más profundo que considere, entre otros, el tiempo invertido por paradas por averías, falta de materiales, preparación del espacio, entre otros. Sin embargo, es el índice de utilización de la capacidad el que realmente revela que tan cerca se encuentra la empresa de alcanzar el mejor punto de operación, éste se expresa como porcentaje y requiere que el numerador y el denominador estén medidos en unidades y períodos iguales de tiempo (ver Fórmula 9).

Fórmula 9. Índice de Utilización de la Capacidad.

$$\% \text{ Utilización} = \frac{\text{Capacidad Efectiva}}{\text{Capacidad Teórica}} \times 100 \quad (9)$$

### **Capacidad Teórica**

Ésta se refiere a la producción máxima por unidad de tiempo que un proceso o máquina puede lograr durante un período breve y en condiciones ideales de producción.

### **Capacidad Efectiva**

La capacidad efectiva hace referencia a la producción real por unidad de tiempo que una organización puede esperar razonablemente que mantenga a largo plazo bajo condiciones de operación normales. Generalmente, ésta es menor que la capacidad teórica, debido a que para su cálculo es necesario tomar en cuenta las pérdidas debido al desperdicio, los tiempos de preparación y las paradas del equipo.

## **Paradas de Líneas**

Éstas son las detenciones que ocurren en la línea de producción, bien sea de manera programada o no programada, afectan el rendimiento de la línea debido a que no se produce. De esto derivan dos definiciones de paradas:

Las paradas programadas son aquellas que son planeadas y necesarias para la continuidad del proceso, éstas paradas también son llamadas inevitables debido a que no pueden ser eliminadas. Por su parte, las paradas no programadas son aquellas que ocurren de forma imprevista, generalmente resultantes de fallas del proceso o los equipos.

## **Diagrama Causa-Efecto**

Según Gutiérrez (2010), el Diagrama de Causa Efecto o Diagrama de Ishikawa, es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación existente entre un efecto (problema) y sus posibles causas. En otras palabras relaciona una característica, generalmente problemática, y los factores que posiblemente contribuyan a que exista.

Ésta herramienta permite analizar de una manera integral, las diferentes causas que explican un problema determinado y luego clasificarlas en ramas de acuerdo a su interrelación (ver Figura 4). Por lo común las causas se estudian en una sesión de tormenta de ideas de flujo libre. Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales depende de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica.

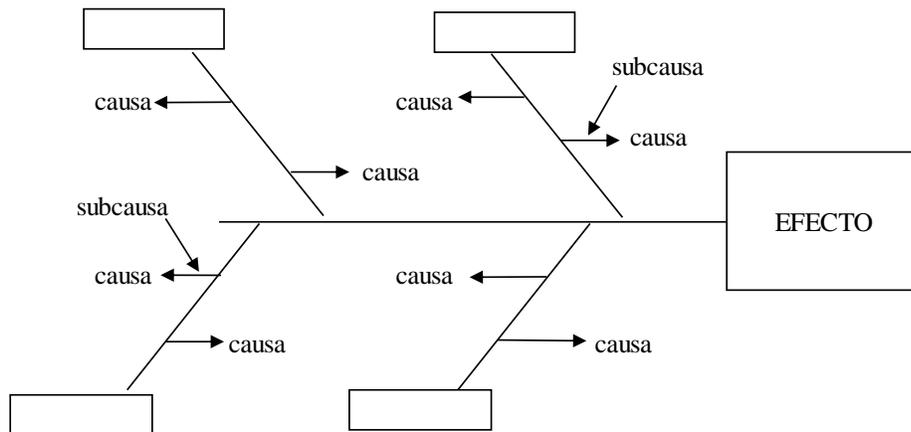


Figura 4. Ejemplo de Diagrama Causa-Efecto.

El método más común es el método de construcción de las 6M, el cual consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales, las cuales son: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Para cada una de las 6M el autor expone una lista de posibles aspectos que puedan ser causas potenciales de problemas en manufactura.

- Mano de Obra
  1. Conocimiento
  2. Entrenamiento
  3. Habilidad
  4. Capacidad
  5. Motivación
  
- Métodos
  1. Estandarización.
  2. Excepciones.
  3. Definición de operaciones

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades, y por el otro, en caso de que si estén definidos, cuestiona si son adecuados.

- Máquinas o Equipos

1. Capacidad
2. Condiciones de operación.
3. Ajustes
4. Mantenimiento

- Material

1. Variabilidad
2. Cambios
3. Proveedores
4. Tipos

- Mediciones

1. Disponibilidad
2. Definiciones
3. Tamaño de muestra
4. Repetitividad
5. Reproducibilidad
6. Calibración

- Medio Ambiente

1. Ciclos
2. Temperatura

En base a estos aspectos el investigador puede realizar un análisis de cuáles son las causas potenciales que se presentan en un proceso productivo.

### **Técnica de Grupo Nominal**

Según Huerta (2005), es una estrategia para conseguir información de una manera estructurada, en la cual las ideas son generadas en un ambiente exento de tensión, donde las personas exponen sus ideas. El proceso se realiza con la intención de maximizar la participación balanceada de todas las personas que integran el grupo, aprovechándose al máximo el conocimiento y la experiencia de cada uno de los participantes para resolver problemas.

El Grupo nominal es muy útil para identificar problemas, establecer soluciones y prioridades. Ésto se realiza al determinarse los problemas de mayor prioridad para llegar a decisiones que no pueden o no conviene que sean tomadas por una sola persona. La técnica de grupo nominal procura asegurar que todos tengan la oportunidad de expresar sus ideas.

### **Diagrama de Pareto**

Éste diagrama coloca visualmente en evidencia los diferentes niveles de incidencia entre las distintas causas simultáneas que producen un determinado problema. Según Gutiérrez (2010), el principio de Pareto, conocido también como “Ley 80/20”, establece que entre las muchas causas presentes, solo hay pocas (20%) que generan la mayor parte del efecto (80%). Esas pocas causas que ocasionan mayor impacto se pueden separar de las muchas otras que resultan triviales, sirviendo esto como una base para seleccionar los aspectos más importantes que se desean mejorar. En la Figura 5 se observa un ejemplo de éste diagrama.

El gráfico permite una fácil visualización del orden de proporcionalidad de los

varios tipos de causas, para construirlo es necesario realizar las siguientes actividades:

- Ordenar de mayor a menor el impacto absoluto de los ítems a comparar.
- Calcular el impacto relativo individual y acumulado de mayor a menor.
- Construir el diagrama con los datos anteriores.

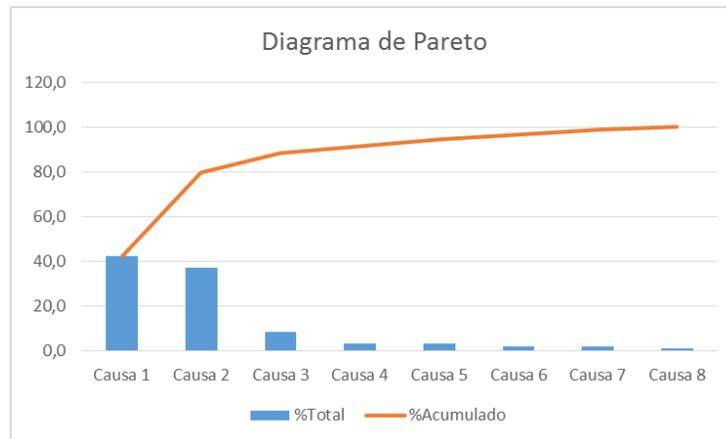


Figura 5. Ejemplo de Diagrama de Pareto.

### Matriz FODA

De acuerdo a Gutiérrez (2010), el análisis FODA, es una herramienta de análisis que permite evaluar la situación interna de una organización con el propósito de determinar sus mayores fortalezas y debilidades. Aquí se incluyen formas de organización y dirección, cultura organizacional, desempeño de los procesos, tecnologías, competencias, recursos, y entre otros factores que facilitan o dificultan el logro de las metas de la compañía. El análisis del entorno es también importante para determinar las posibles amenazas y oportunidades que, por sus efectos inmediatos, pueden favorecer o impedir el éxito de la organización.

El supuesto del análisis es que a mayor capacidad o fortalezas de una organización (F), existen mayores oportunidades (O) para realizar exitosamente sus fines; mientras que a mayores puntos vulnerables o debilidades (D) de una organización, mayores son los peligros y amenazas (A) que obstaculizan o impiden la

realización de las metas. Para realizar éste análisis se puede recurrir a la tormenta de ideas, con la participación de directivos y mandos clave, para que cada uno de ellos genere por separado las debilidades que la organización posee. El resultado final debe ser una relación jerarquizada de los elementos del FODA, colocados en un recuadro o una tabla de 4 casillas, colocando en la parte superior las fortalezas y oportunidades y, en los renglones inferiores las debilidades y amenazas.

## Glosario de Términos

- **Análisis Físicoquímicos:** Es el análisis de las propiedades fisicoquímicas de los productos farmacéuticos es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de la calidad. En él se evalúan aspectos como el olor, color y sabor del jarabe, además se realizan mediciones de la densidad y pH de la muestra por medio de un picnómetro y un pHmétrico, respectivamente.
  
- **Análisis Microbiológicos:** Con el objeto de detectar cualquier agente contaminante, se efectúan pruebas a la misma muestra, para determinar presencias de bacterias aerobioesofilas, mohos, levaduras, echericha coli, salmonellas, estafilococos y seumococo; los resultados de estos análisis específicamente se observan luego de 3 días de cultivo.
  
- **Carboyas:** Envases de plástico con una capacidad máxima de 20 litros, especiales para el almacenamiento de líquidos ya que poseen una tapa de seguridad antiderrame.
  
- **Cilindros Neumáticos:** Son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un pistón, y al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Estos van conectado a mangueras que llevan el líquido hasta los picos de llenado.
  
- **Cuarentena:** Estado de las materias primas o de envasado, o productos en proceso o acabaos, aislados por medios físicos o por otros medios eficaces, mientras se espera una.
  
- **Cuñete:** Envase de polietileno, de alta densidad cuya capacidad máxima es de 19 litros, estos envases poseen asas y aro metálico plastificado incorporado para facilitar su agarre y están elaborados especialmente para el almacenamiento de líquidos.

- **Decantado:** Procedimiento que permite separar líquidos de diferentes densidades. Éste es usado para eliminar el agua de las mangueras de llenado, con el fin de que el jarabe utilizado para el llenado de frascos no posea agua en su composición.
  
- **Dispensación:** Se refiere al pesaje de los componentes de una cantidad indicada en una fórmula maestra para la fabricación de un producto final. El procedimiento requiere de controles precisos que generen un sistema libre de errores y trazable, el cual debe considerar registros exactos de la materia prima, como los lotes, caducidad, prioridad, entre otros. Además en este proceso la exactitud en la cantidad a dispensar es de vital importancia, por lo que la desviación admitida es muy baja.
  
- **Extractos Fluidos:** son preparaciones hidroalcohólicas de consistencia líquida cuya composición droga/extracto es habitualmente 1:1 o 1:2. En el caso específico de la preparación de jarabes naturales, son obtenidos a partir de drogas vegetales en estado generalmente seco.
  
- **Fórmula Maestra:** Documento (o conjunto de documentos) que especifican las materias primas con sus cantidades y materiales de envasado, y que incluya una descripción de los procedimientos y precauciones que deben tomarse para producir una cantidad específica de un producto acabado, como también las instrucciones para el procesado y el control durante el procesado.
  
- **Lote:** Una cantidad definida de materia prima, material de envasado, o producto procesado en un solo proceso o en una serie de procesos, de tal manera que puede esperarse que sea homogéneo. En el caso de un proceso continuo de fabricación, el lote debe corresponder a una fracción definida de la producción, que se caracterice por la homogeneidad que se busca en el producto.

- **Material de Empaque:** Cualquier material, incluyendo el material impreso, empleado en el envasado de un producto farmacéutico, excluyendo todo envase exterior utilizado para el transporte o embarque. Los materiales de envasado se consideran primarios cuando están destinados a estar en contacto directo con el producto, y secundarios cuando no lo están.
  
- **Muestras de retención:** Se refiere a una cantidad de productos retenidos que deben guardarse en el paquete final, para la realización de cualquier examen del producto en el futuro si fuera necesario. Estas cantidades están determinadas por cierto porcentaje de las unidades fabricadas por lote, para el caso del jarabe Jengibre Miel, se retienen 3 unidades de producto.
  
- **Operaciones Preliminares:** éstas son todas las actividades que debe realizar el operador antes de iniciar el proceso productivo, éstos también pueden ser denominados tiempos de preparación, ya que involucran todos los eventos que ocurren entre la terminación de la tarea anterior y el inicial de la actual.
  
- **Orden de Producción:** son documentos generados por el Departamento de Planificación de la Producción para el inicio del proceso de fabricación, éstos son parte del registro del lote y permiten planificar el proceso de producción a nivel de ejecución. Estos contienen toda la información referente al producto que se va a fabricar, como el número del lote, la cantidad en Litros y Unidades a producir, y a la materia prima a utilizar, como el código, nombre, número de lote y cantidad a utilizar.
  
- **Polioléfina:** éste es un polímero obtenido mediante la polimerización de olefinas. El cual puede reblandecerse por la acción del calor. Éste material es utilizado en el proceso de termoencogido, para adherirse al producto y obtener un paquete final.
  
- **Productos en Proceso:** ésto se refiere a todos los artículos o elementos que se utilizan en el actual proceso de producción y que se encuentran parcialmente terminados, es decir en un grado intermedio de producción y a los cuales se les aplicó

la labor directa y gastos indirectos inherentes al proceso de producción en un momento dado.

- **Registro del Lote:** Todos los documentos relacionados con la fabricación de un lote de producto a granel o producto acabado. Estos documentos contienen una historia de cada lote del producto y las circunstancias pertinentes a la calidad del producto final.

- **Termoencogido:** Es un proceso en el que el producto es protegido por una lámina plástica que se adhiere a su entorno. La adhesión es provocada por aire caliente, el cual hace que el material se retraiga sobre la superficie externa del producto o conjunto de productos, logrando un paquete final firme.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Tipo de Investigación**

El presente trabajo estuvo enmarcado bajo un nivel de investigación analítica debido a que se estudió la situación actual del proceso productivo y todas las estaciones de trabajo que componen la línea de fabricación de jarabes, con la finalidad de permitir, mediante un estudio sistemático, la determinación de las causas que están ocasionando la acumulación de productos en proceso en el área de producción. Hurtado (2007) establece que la investigación analítica busca estudiar las definiciones asociadas al tema, para analizar sus elementos detalladamente y poderlas comprender con mayor profundidad.

#### **Diseño de Investigación**

De acuerdo a Hurtado (2007), se consideró utilizar un diseño de investigación De Campo No Experimental ya que los datos de interés fueron recogidos en forma directa del mismo lugar donde ocurren los hechos, sin alterar ni modificar ninguno de los eventos y trabajando sobre situaciones reales acontecidas en la línea de fabricación de Jarabes. Por otro lado, ésta investigación se apoyó en el empleo de fuentes documentales a partir de las cuales se construyeron los fundamentos teóricos que dan sustento al estudio y que contribuyeron al desarrollo del mismo.

#### **Unidad de Análisis**

Según Arias (1999), la unidad de análisis de la investigación estuvo determinada por el lugar en el cual se encuentra la situación objeto de estudio, de esta manera, la unidad de análisis del presente trabajo fue el proceso de fabricación de

Jarabes de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A., considerando todas las estaciones de trabajo existentes en él, como lo son las estaciones de: dispensado, fabricado, envasado, codificado, etiquetado y embalado, ya que en cada una de ellas el producto es susceptible a modificaciones que pudieran estar ocasionando la problemática en cuestión.

### **Población**

La población está determinada por Arias (1999) como el conjunto de elementos a los que se pretende estudiar y para los cuales serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación. De acuerdo a esto, la misma estuvo representada por el Jarabe que registró mayor número de ventas en el año 2014 en la empresa Arco Iris Laboratorio C.A, siendo ese el jarabe Jengibre Miel en su presentación de 120ml.

### **Muestra**

Según Arias (1999), la muestra de la investigación hace referencia a un subconjunto representativo de la población seleccionada, en el presente trabajo se definió como no probabilística accidental o causal, debido a que fue elegida sin juicio o criterio alguno por parte del investigador. Se usó este tipo de muestreo debido a la limitación de tiempo que tuvo el investigador para efectuar el proceso de observación y recolección de los datos. La muestra seleccionada estuvo representada por los 48 lotes del jarabe Jengibre Miel que fueron realizados en la línea de producción durante un período de 8 semanas.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas e instrumentos que se emplearon en la investigación, permitieron recolectar la información necesaria para conducir al desarrollo de los objetivos planteados; con sustento en la información suministrada por el personal involucrado en el proceso productivo y la observación del funcionamiento de la línea de fabricación de jarabes.

## **Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas que se utilizaron para la recolección de los datos estuvieron definidas por:

Observación Directa: se utilizó como medio para conocer las operaciones realizadas en el proceso de fabricación de jarabes y las variaciones que en él se presentan.

Entrevistas no estructuradas: se realizaron preguntas a supervisores y operadores de la línea de fabricación, orientadas a conocer con mayor profundidad la situación objeto de estudio.

Tormenta de Ideas: se utilizó para obtener ideas sobre las causas que originan la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de jarabes. Ésta herramienta es frecuentemente empleada en las fases de identificación y definición de proyectos, en diagnóstico y solución de causas.

Técnica de Grupo Nominal: fue empleada como una estrategia para conseguir información de una manera estructurada, en la cual por medio de las opiniones individuales de los participantes directos del proceso productivo se pudo realizar un análisis del estudio del problema. El procedimiento consistió en la calificación de las posibles causas que ocasionan la acumulación de productos en proceso, por medio de un sistema de ponderaciones (ver Tabla 7).

Tabla 7. Ponderaciones de la Técnica de Grupo Nominal

<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>
Muy Influyente	10
Influyente	8
Medianamente Influyente	6
Poco Influyente	4
Nada Influyente	2

Técnica de Cronometrado de Regreso a Cero: se utilizó esta técnica de regreso a cero como herramienta del estudio de tiempo, ya que a través de ella se determinaron los tiempos de operación que finalmente permitieron el cálculo de los tiempos estándar. La razón por la cual fue utilizada esta técnica específicamente, fue por el tipo de cronómetro empleado durante el estudio, ya que este no poseía la opción de parcialización de lecturas, por lo que debía detenerse y colocarse en su posición inicial para poder observar y registrar el tiempo

Consultas Académicas: se consultó al tutor académico con el objeto de establecer las pautas para la realización del estudio y obtener orientación de los pasos a seguir para abordar la problemática existente.

Revisión de Referencias: se refiere a la consulta y análisis de libros, informes, trabajos y todo tipo de material documental y electrónico relacionado con el objeto en estudio que, además, sirvieron para el desarrollo de la investigación.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

En la investigación se empleó el uso de un formato de anotaciones para registrar todo lo que acontece en cada estación de trabajo de la línea de fabricación jarabes (ver Figura 6), y de esa manera contar con la información necesaria en el momento que se precise.

Estación:	
Área:	
Descripción General del Área:	
Operador:	
Condiciones del Ambiente:	
Equipos Utilizados:	
Procedimiento:	

Figura 6. Formato para la recolección de información.

Aunado a esto, se utilizaron instrumentos como un cronómetro digital, y una cinta métrica, ambos con la finalidad de obtener información en cuanto a los tiempos de operación y distancias recorridas requeridas para el diagrama de flujo de proceso. Para el estudio de tiempo se empleó un formato diseñado por Meyers y Stephens (2006) cuya estructura permite el registro de los tiempos cronometrados para cada uno de los elementos que componen cada estación de trabajo. En la figura 7 se muestra un ejemplo del formato empleado, el cual fue adaptado de acuerdo a los requerimientos del estudio y para su presentación.

Nombre del Operador		¿Buena Calidad?				
Tiempo en el Trabajo:		¿Seguridad revisada?				
Estación:		¿Preparación adecuada?				
Especificaciones del Material:						
Lecturas	Elemento1	Elemento2	Elemento3	Elemento4	Elemento5	Elemento6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
Tiempo Promedio						
Calificación						
Desempeño						
Tiempo Normal						
Frecuencia						
Tiempo Unitario						
Holgura						
Tiempo Estándar						

Analista:

Tiempo del Ciclo	
Tiempo Normal del ciclo	
Tiempo Estándar	

Figura 7. Formato para Estudio de Tiempos.

Por otra parte, para el cálculo de la capacidad efectiva, se utilizó un formato que permitiera registrar toda la información referente a las paradas efectuadas en la línea de producción de jarabes (ver Figura 8).

Fecha	Hora Inicio Estudio	Hora Fin Estudio	Descripción de la Parada	Tipo de Parada	Hora Inicio Parada	Hora Fin Parada	Duración Parada	Lotes Producidos	Unidades Producidas

Figura 8. Formato para registro de Paradas.

## Técnicas para el Análisis y Presentación de la Información

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de investigación, se analizaron los datos recogidos en el lugar de los hechos para, de esa manera, obtener resultados que permitieron orientar al investigador hacia el estudio de la problemática existente. En ese sentido, se utilizaron técnicas de ingeniería como:

- Diagramas de Flujo de Proceso, para el registro de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos, que ocurren durante el proceso de fabricación de Jarabes. Se utilizó el formato establecido por Niebel y Freivalds (2004) para la construcción del diagrama, tanto para registrar la secuencia de actividades realizadas por el operador como para el material, éste es mostrado en la figura 9.

Ubicación:				Resumen									
Estación:				Evento		Actual	Propuesto						
Fecha:				Operacion									
Operador:				Creacion de Registro									
Analista:				Agregar Informacion									
Método:		Actual	Propuesto	Transporte									
Tipo:		Trabajador	Material	Almacenamiento									
Comentarios:				Demoras									
				Inspeccion									
				Tiempo (min)									
				Distancia (m)									
Descripción de los Eventos				Símbolos		Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método					
				○	◎	●	⇄	▽	D	□			
				○	◎	●	⇄	▽	D	□			
				○	◎	●	⇄	▽	D	□			
				○	◎	●	⇄	▽	D	□			
				○	◎	●	⇄	▽	D	□			

Figura 9. Formato para Diagrama de Flujo de Proceso.

Fuente: Niebel y Freivalds (2004).

- Diagrama de Ishikawa, ésta herramienta fue utilizada para identificar las causas potenciales del problema, especificando claramente el nombre del problema analizado, la fecha de ejecución, el área de la empresa a la cual pertenece el problema.
  
- Diagrama de Pareto, ésta gráfica permitió la clasificación de los datos en orden descendente, por medio de barras sencillas, después de haber reunido los datos para calificar las causas. La misma se utilizó para determinar la influencia que tienen determinados factores sobre la problemática existente.
  
- Estudio de Tiempo, la realización de este estudio sirvió para determinar los tiempos estándar de fabricación de jarabes, considerando en ellos las habilidades y desempeño propio del trabajador, y las condiciones del espacio en el que se realiza la actividad. Los tiempos estándar fueron utilizados posteriormente en un estudio para determinar la capacidad de las estaciones de trabajo.
  
- Matriz de FODA, la construcción de esta matriz permitió determinar las fortalezas y debilidades de la situación interna y la evaluación del entorno para determinar las posibles amenazas y oportunidades. Ésta herramienta fue utilizada únicamente para el análisis de los escenarios que ocasionan la situación objeto de estudio, siendo ese el objetivo de la presente investigación.

## **Fases Metodológicas**

### **Fase I:** Descripción de la situación actual

Para conocer la situación actual, se recopiló información referida al área de estudio mediante la observación directa y entrevistas no estructuradas. Se observaron e identificaron las diferentes etapas del proceso productivo, con la finalidad de conocer las actividades, materiales y equipos que intervienen en el proceso.

En esta fase se realizaron diagramas de proceso, para obtener una descripción gráfica del mismo y datos importantes como las condiciones de trabajo, distancias recorridas, métodos de trabajo y otros datos propios del proceso que afecten al mismo y puedan ser utilizados para alcanzar los objetivos.

**Fase II:** Identificación de los posibles factores que influyen en la línea de producción de Jarabes.

Con la finalidad de hallar las causas que podrían estar influyendo en la línea de producción de jarabes, se identificaron todos los elementos que participan en el proceso por medio de una tormenta de ideas y se categorizaron de acuerdo a su influencia en el mismo. En este punto se utilizó un diagrama de Ishikawa, en el cual se desglosaron todas las posibles causas que podrían estar generando la acumulación de productos en proceso en la línea de fabricación de Jarabes, y a través de la técnica de grupo nominal se ponderaron las causas y se determinaron los factores críticos que ocasionan en gran medida la acumulación, haciendo uso del diagrama de Pareto.

**Fase III:** Estudiar los factores que originan la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de Jarabes.

Una vez se detectaron las causas de la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de jarabes, se procedió a estudiar cada una de ellas detenidamente a través de un estudio de la capacidad, esto con el objeto de encontrar la raíz del problema y aportar alternativas o recomendaciones que puedan llevar a la solución de la misma. Sin embargo, previo a la realización del estudio de la capacidad fue necesario determinar los estándares de tiempo a través de un estudio de tiempo, ya que este estudio aportó información importante para el cálculo de la capacidad.

Por su parte, el estudio de capacidad comprendió la determinación de la capacidad de producción de cada estación de trabajo para lo que fue necesario el conocimiento de los estándares de tiempo. Luego se realizó un estudio para determinar la capacidad de la máquina ubicada en la estación de trabajo que posee la menor capacidad de producción del sistema, con la finalidad de calcular el índice de utilización de la misma. Para esto fue necesario conocer la capacidad teórica y efectiva de la mencionada máquina, lo que comprendió un estudio del tiempo empleado en las paradas realizadas en la línea, con la finalidad de determinar cuáles de ellas podían ser evitadas y cuales no lo eran.

Posteriormente se empleó una matriz FODA como herramienta de análisis, con el objetivo de establecer las fortalezas y debilidades que posee la empresa, así como las oportunidades y amenazas que esta afronta en el mercado nacional.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En éste capítulo se presentan los resultados obtenidos mediante el desarrollo de los objetivos trazados en la presente investigación, en concordancia con las fases metodológicas previamente diseñadas. Para ello fue necesario realizar un levantamiento de la información y considerar aspectos fundamentales vinculados a la problemática planteada inicialmente. Tales resultados fueron interpretados y analizados también de acuerdo a las fases metodológicas formuladas.

#### **4.1 Descripción de la situación actual de la línea de producción de Jarabes en la empresa Arco Iris Laboratorio C.A.**

##### **4.1.1. La Línea de Producción.**

La línea de producción de jarabes de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A. realiza actualmente una variedad de 16 jarabes naturales distintos, cada uno con la finalidad de atender distintos problemas de salud que pueden afectar a niños y adultos. El jarabe Jengibre Miel es uno de éstos jarabes, el mismo se produce en una única presentación de 120 ml y es utilizado como coadyuvante en el tratamiento antigripal, resfriado común y afonía, con una composición del 77% en miel de abejas, y el restante en jengibre y malojillo como extractos fluidos concentrados, éste jarabe puede ser utilizado por niños y adultos.

El sistema de producción en la línea es de un turno de trabajo de lunes a viernes de 7am a 4pm. La misma produce un total de 2077 unidades de jarabe por lote, que posteriormente son despachados a la empresa Arco Iris Droguería C.A., perteneciente al grupo Arco Iris y quien se encarga de la comercialización y venta de los productos. Actualmente la empresa abarca todo el mercado nacional, siendo las grandes cadenas de farmacias como Locatel y Farmatodo, sus principales clientes,

comprendiendo más del 70% del volumen de producción, de acuerdo al Departamento de Ventas de la empresa, mientras que el porcentaje restante es distribuido a otras pequeñas tiendas naturistas.

#### **4.1.2. La Materia Prima Utilizada**

Para la fabricación del jarabe Jengibre Miel se utiliza principalmente la miel de abejas cuya presentación viene en cuñetes de 18 o 19 L, por lo que para la fabricación de un lote se hace uso de aproximadamente 12 cuñetes de miel de abeja. Por otro lado, se utilizan extractos fluidos como el jengibre y el malojillo, ambos cultivados y procesados por otra empresa del grupo Arco Iris, llamada Arco Iris Industria C.A; ésta empresa cultiva una gran variedad de plantas en un ambiente controlado para luego convertirlas en extractos fluidos concentrados y ser utilizados en la preparación del jarabe. Éstos extractos poseen una densidad de 0.97 g/ml y vienen presentados en carboyas de 20 L para su dispensación, éstas se almacenan en el Almacén de Materia Prima de Líquidos, una vez aprobadas por el Departamento de Control de Calidad en la etapa de cuarentena.

#### **4.1.3. Proceso Productivo por estación de trabajo.**

El proceso de fabricación de jarabes consta de 6 estaciones de trabajo, en la que la materia prima es transformada hasta ser embalada y dispuesta para su traslado. Para la descripción de las actividades realizadas en cada estación de trabajo, se elaboró un diagrama de flujo de proceso de las operaciones realizadas por el operador y otro del material, a través de la información recolectada por medio de la observación directa y entrevistas no estructuradas (ver Anexo B).

**Dispensado:** El proceso comienza con la dispensación de la materia prima necesaria para la fabricación de un lote de producto, para ello el operador encargado del área de dispensado, ubicada en el Almacén de Materia Prima de Líquidos, debe iniciar el expediente o registro del lote de fabricación correspondiente y realizar la sanitización e identificación de las carboyas de extractos fluidos. Luego el operador se

dirige al almacén en búsqueda del lote de la materia prima requerida de acuerdo a la Orden de Producción entregada por el Departamento de Planificación de la Producción, para luego trasladarlo al área de dispensación, donde por medio de una jarra de una capacidad de 4 L y un embudo se dispone al llenado manual de la carboya.

Cuando la misma obtiene el peso requerido de acuerdo a la fórmula maestra establecida, el operador devuelve el líquido restante al almacén de materia prima y las carboyas son almacenadas en paletas hasta su utilización. La fabricación del jarabe Jengibre Miel requiere la utilización de cuatro (4) carboyas para la contención de extractos, por lo tanto el procedimiento se repite cuatro (4) veces. El siguiente paso en la dispensación de éste jarabe, es la búsqueda de la miel en el almacén de recepción, en este momento el operador debe trasladarse al mencionado almacén para realizar el pesaje de la miel. El pesaje de los 12 cuñetes de miel correspondientes a la fabricación de Jengibre Miel se realiza bajo habilidades propias de la experiencia del operador, colocándolo los cuñetes de tres en tres (uno encima de otro) en una balanza, y marcando cada tobo pesado, para almacenarlo seguidamente en una paleta en el mismo almacén de recepción hasta su utilización.

En esta estación se apreció que generalmente la materia prima ya dispensada correspondientes a un lote de producto, se va acumulando en las paletas en la espera de su utilización, generando un riesgo por contaminación cruzada debido a la existencia de una cantidad de carboyas correspondientes a distintos tipos de jarabe y número de lotes que pueden ser confundidos por el operador cuando éste realice la búsqueda del producto (ver Figura 10 y 11).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen		
Estación:	Dispensado				Evento	Actual	Propuesto
Fecha:	05-10-2015				Operación	4	
Operador:	Yosmar Sanchez				Creación de Registro	1	
Analista:	Luisana Fernández				Agregar Información		
Método:	Actual	X	Propuesto		Transporte	4	
Tipo:	Trabajador	X	Material		Almacenamiento		
Comentarios:					Demoras		
Los materiales con los que se trabajaran son: 4 carboyas de extractos fluidos y 12 cuñetes de miel.					Inspección		
					Tiempo (min)	58,23	
					Distancia (m)	43,6	
Descripción de los Eventos		Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método
Documentación		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		22,78		Agilizar con el uso de computadora	
Búsqueda de Carboyas por lavar en Almacén de Recepción		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		1,3	17,4		
Sanitación de Carboyas		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		10,78		Sanitizar varias carboyas en un momento y mantener almacenadas	
Identificación de Carboyas		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		6,45			
Búsqueda de Extractos		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		1,23	4,5		
Llenado de Carboyas (Peso)		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		6,92		Utilizar bombas de succión para llenado de carboyas	
Depósito de Materia Prima en Almacén		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		0,39	4,5		
Búsqueda de Miel en Almacén de Recepción		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		1,68	17,2		
Pesaje de la Miel		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		6,7		Utilizar montacargas para movilización de cuñetes de miel.	

Figura 10. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de dispensado (Operador).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen		
Estación:	Dispensado				Evento	Actual	Propuesto
Fecha:	05-10-2015				Operación	2	
Operador:	Yosmar Sanchez				Creación de Registro		
Analista:	Luisana Fernández				Agregar Información		
Método:	Actual	X	Propuesto		Transporte	1	
Tipo:	Trabajador		Material	X	Almacenamiento	2	
Comentarios:					Demoras		
Los materiales con los que se trabajaran son: 4 carboyas de extractos fluidos y 12 cuñetes de miel.					Inspección		
					Tiempo (min)	15,75	
					Distancia (m)	4,5	
Descripción de los Eventos		Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método
Traslado de Materia Prima para Llenado		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		1,23	4,5		
Llenado de Carboyas (Peso)		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		6,92		Utilizar bombas de succión para llenado de carboyas	
Depósito de Materia Prima en Almacén		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		0,39			
Pesaje de la Miel		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		6,7		Utilizar montacargas para movilización de cuñetes de miel.	
Almacenaje de Materia Prima en Paletas		○ ● ◉ ◊ ▽ ▢ □		0,51			

Figura 11. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de dispensado (Material).

**Fabricado:** Posteriormente los extractos son trasladados al área de fabricación para efectuar el mezclado de los mismos y obtener el jarabe. Sin embargo,

previo a esto, es necesario realizar un conjunto de operaciones preliminares en el área. El primer paso consiste en la documentación del registro del lote en cuestión, este contiene detalles como la orden de producción, limpieza de equipos, despeje de la línea, procedimiento de fabricación y control de volumen. Seguidamente, y de acuerdo a las normas de buenas prácticas de manufactura, el operador debe realizar una limpieza que involucre todos los equipos, herramientas, paredes y pisos que conforman el área. Al finalizar la limpieza, el operador procede a avisar al inspector de turno de control de calidad, la cual debe asistir al área y dar aprobación a la misma para su utilización.

Luego de aprobarse el área para su uso, el operador se dispone al acondicionamiento del espacio, colocando todos los extractos dentro del área e iniciando el proceso de vertido de los mismos en el tanque mezclador, este tanque cuenta con una capacidad actual de 270 L, el cual por medio de un agitador de 8 aspas, puede girar hasta a 60 rpm. Al finalizar, el operador procede a obtener una muestra de aproximadamente 50ml de la mezcla, para luego llevarla al departamento de control de calidad para sus respectivos análisis. Es necesario resaltar que mientras el operador se traslada y se realizan los análisis, el tanque mezclador continúa encendido, permitiendo una mezcla homogénea.

En el departamento de control de calidad se realizan análisis fisicoquímicos y microbiológicos a la muestra, sin embargo la aceptación de la misma en ésta etapa del proceso se limita sólo al análisis fisicoquímico, debido a la duración de los análisis microbiológicos. Éstos son considerados para la liberación del producto terminado de la etapa de cuarentena.

Luego de realizar los análisis correspondientes y aprobarse la muestra, se avisa al operador para que éste realice la conexión de trasvase, para ello debe en primer lugar apagar el agitador del tanque y encender la bomba que permite impulsar el jarabe desde el tanque mezclador, hasta un segundo tanque ubicado en el área de envasado cuya

capacidad es igual a la del tanque mezclador, en donde será almacenado hasta trasvasar al tanque #3(ubicado en la misma área) para su utilización (ver Figura 12 y 13).

Ubicación:				Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen			
Estación:				Fabricado				Evento		Actual	Propuesto
Fecha:				06-10-2015				Operación		5	
Operador:				Jonnathan Rondón				Creación de Registro		1	
Analista:				Luisana Fernández				Agregar Información		1	
Método:		Actual	X	Propuesto			Transporte		2		
Tipo:		Trabajador	X	Material			Almacenamiento				
Comentarios:							Demoras		1		
Los materiales con los que se trabajaran son: 4 carboyas de extractos fluidos y 12 cuñetes de miel.							Inspección		1		
							Tiempo (min)		95,03		
							Distancia (m)		55,1		
Descripción de los Eventos				Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método		
Documentación				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	Agilizar con el uso de computadora
Limpieza				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Aprobación del Área por Control de Calidad				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Búsqueda Materia Prima en Almacén				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	Colocar paletas mas cerca del Área
Preparación del Espacio				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Vertido de Extractos				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	Empleo de bomba de succión
Búsqueda de Recipiente de Muestra				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Extracción de la Muestra				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Documentación				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Aprobación de la Muestra				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Conexión a Trasvase				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	

Figura 12. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de fabricado (Operador).

Ubicación:				Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen			
Estación:				Fabricado				Evento		Actual	Propuesto
Fecha:				06-10-2015				Operación		6	
Operador:				Jonnathan Rondón				Creación de Registro		1	
Analista:				Luisana Fernández				Agregar Información		1	
Método:		Actual	X	Propuesto			Transporte		2		
Tipo:		Trabajador		Material	X		Almacenamiento		1		
Comentarios:							Demoras				
Los materiales con los que se trabajaran son: 4 carboyas de extractos fluidos y 12 cuñetes de miel.							Inspección		2		
							Tiempo (min)		49,23		
							Distancia (m)		49,84		
Descripción de los Eventos				Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método		
Traslado Materia Prima al Área de Fabricado				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	Colocar paletas mas cerca del Área
Vertido de Extractos				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	Empleo de bomba de succión
Extracción de la Muestra				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Aprobación de la Muestra				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	
Trasvase a Tanque de Almacenaje				○	◎	●	⇨	▽	▷	□	

Figura 13. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de fabricado (Material).

**Envasado:** En esta estación es realizado el envasado del jarabe en frascos, en el área actualmente se encuentran dos tanques de almacenamiento denominados #2 y #3; una vez aprobado el jarabe, éste es almacenado en uno de estos tanques para su utilización, mientras que el otro tanque adicional se utiliza para el almacenamiento del siguiente lote de jarabe fabricado, ésto con la finalidad de no detener el proceso de fabricación. Al igual que en la etapa anterior, el área de envasado requiere el empleo de operaciones preliminares al llenado y tapado de los frascos, como la limpieza y la búsqueda del material de empaque necesario para el lote a fabricar, en este punto el operador se dirige al almacén de material de empaque en proceso y coloca en una carretilla la cantidad de 18 paquetes de 114 frascos pet ambar de 120ml cada uno (y un paquete de 25 frascos), además de una bolsa con la cantidad de 2077 tapas doradas.

El operador traslada el material al área de envasado y realiza la preparación del espacio, éste proceso involucra la disposición del material de empaque en el área y el decantado de las mangueras que posteriormente llenarán los frascos de jarabe. Una vez decantadas las mangueras se procede al llenado de los frascos, el cual es realizado por una máquina llenadora automática de cuatro (4) picos, que por medio de cilindros neumáticos impulsa el jarabe desde el tanque #3 hacia los frascos. Una banda transportadora hace trasladar los frascos 1,96 metros hasta la máquina tapadora en donde los frascos son tapados por medio de discos.

Estos frascos (4 a la vez) son trasladados hasta el final de la banda transportadora en donde otro operador los recibe y realiza una breve inspección a los mismos en búsqueda de derrames, mal tapado o rotura del precinto de seguridad de la tapa, y posteriormente almacena los frascos en cestas con una capacidad de 154 frascos distribuidos en 2 pisos. Durante el proceso de llenado se realizan mediciones de volumen con la finalidad de evaluar el llenado de la máquina, en el proceso se realizan 15 mediciones de volumen a los 4 frascos, en momentos distintos (ver Figura 14 y 15).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes			Resumen		
Estación:	Envasado			Evento	Actual	Propuesto
Fecha:	07-10-2015			Operación	5	
Operador:	Jose Viloria / Oscar Criollo			Creación de Registro		
Analista:	Luisana Fernández			Agregar Información		
Método:	Actual	X	Propuesto	Transporte	1	
Tipo:	Trabajador	X	Material	Almacenamiento	1	
Comentarios:				Demoras		
Los materiales utilizados en el área son: el jarabe almacenado en el tanque #2, frascos pet ambar de 120 ml y tapas doradas.				Inspección	2	
				Tiempo (min)	32,72	
				Distancia (m)	11,62	
Descripción de los Eventos		Símbolos		Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método
Limpieza		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		20,74		
Búsqueda de Material de Empaque en Almacén de Material en Proceso		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		1,93	11,62	
Preparación de Tolva		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		1,06		
Preparación de la Máquina		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		3,49		
Decantado		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		3,68		
Colocado de Frascos en Banda		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,018		
Control de Volumen		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		1,73		Control de Volumen automatizado
Recepción de Frascos		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,041		
Almacenaje de Frascos		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,031		

Figura 14. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de envasado (Operador).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes			Resumen		
Estación:	Envasado			Evento	Actual	Propuesto
Fecha:	07-10-2015			Operación	2	
Operador:	Jose Viloria / Oscar Criollo			Creación de Registro		
Analista:	Luisana Fernández			Agregar Información		
Método:	Actual	X	Propuesto	Transporte		
Tipo:	Trabajador		Material	Almacenamiento	1	
Comentarios:				Demoras	1	
Los materiales utilizados en el área son: el jarabe almacenado en el tanque #2, frascos pet ambar de 120 ml y tapas doradas.				Inspección	2	
				Tiempo (min)	1,92	
				Distancia (m)	1,96	
Descripción de los Eventos		Símbolos		Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método
Llenado		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,038		
Transporte en Banda		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,044	1,96	Reducir espacio entre máquina llenadora y máquina tapadora
Control de Volumen		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		1,73		Control de Volumen automatizado
Tapado		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,036		
Recepción de Frascos		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,041		
Almacenaje de Frascos		○ ◎ ● ◀ ▽ ▢ □		0,031		

Figura 15. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de envasado (Material).

**Codificado:** Las cestas son trasladadas al área de codificado por medio de móviles, en la que el producto envasado es codificado con el número de lote, la fecha

de vencimiento, fecha de elaboración, precio de venta máximo permitido (PMVP) y la fecha de codificado mediante una máquina de impresión. Para esto el operador debe realizar la configuración de la maquina codificadora en cuanto a los datos de impresión y la altura del cabezal codificador, seguidamente el operador debe añadir la información pertinente en el registro de lote y obtener una muestra de impresión que posteriormente será aprobada por la inspectora de control de calidad de turno. Una vez aprobada la impresión, el operador inicia el proceso de codificado haciendo pasar los frascos por una banda transportadora, los mismos son recibidos por un segundo operador y almacenados en cestas (ver Figura 16 y 17).

Ubicación: Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen		
Estación: Codificado				Evento	Actual	Propuesto
Fecha: 08-10-2015				Operación	3	
Operador: Antonio Lopez y Josue				Creación de Registro		
Analista: Luisana Fernández				Agregar Información	1	
Método: Actual		X	Propuesto	Transporte	2	
Tipo: Trabajador		X	Material	Almacenamiento	1	
Comentarios:				Demoras		
Los materiales utilizados en el área son 2077 frascos de jarabes, distribuidos en 14 cestas de 154 unidades cada una.				Inspección	1	
				Tiempo (min)	12,77	
				Distancia (m)	31,52	
Descripción de los Eventos		Símbolos		Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método
Recepción de Cestas de Jarabe		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		6,3	9,4	Incorporación de una línea de transporte que evite las excesivas cargas de peso
Configuración de Máquina		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		2,73		
Documentación		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		0,28		
Obtención de Muestra		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		1,02		
Búsqueda de Inspector de Control de Calidad		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		0,43	22,12	Comunicación efectiva entre el inspector de control de calidad y el operador ó supervisor de la línea
Aprobación de la Muestra		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		1,92		
Colocado de Frascos en Banda Transportadora		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		0,07		
Almacenaje de frascos		○ ◎ ● ⇨ ▽ ▢ □		0,02		

Figura 16. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de codificado (Operador).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen		
Estación:	Codificado				Evento	Actual	Propuesto
Fecha:	08-10-2015				Operación	1	
Operador:	Antonio Lopez y Josue				Creación de Registro		
Analista:	Luisana Fernández				Agregar Información		
Método:	Actual	X	Propuesto		Transporte	1	
Tipo:	Trabajador		Material	X	Almacenamiento	1	
Comentarios:					Demoras		
Los materiales utilizados en el área son 2077 frascos de jarabes, distribuidos en 14 cestas de 154 unidades cada una.					Inspección		
					Tiempo (min)	6,39	
					Distancia (m)	9,4	
Descripción de los Eventos		Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método
Recepción de Cestas					6,3	9,4	Incorporación de una línea de transporte que evite las excesivas cargas de peso
Codificado de Frascos					0,07		
Almacenaje de frascos					0,02		

Figura 17. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de codificado (Material).

**Etiquetado:** Los frascos son etiquetados manualmente por 6 operadoras por turno de trabajo, en esta etapa el supervisor realiza la documentación pertinente antes de iniciar el etiquetado, y se recogen tres (3) frascos que serán empaquetados y llevados al departamento de control de calidad, en donde serán aprobados y almacenados como muestras de retención. Después de aprobada las muestras, se inicia el etiquetado manual de cada uno de los frascos de jarabe y se va almacenando en cestas para su movilización (ver Figura 18 y 19).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes			Resumen						
Estación:	Etiquetado			Evento	Actual	Propuesto				
Fecha:	08-10-2015			Operación	2					
Operador:	6 operadoras			Creación de Registro						
Analista:	Luisana Fernández			Agregar Información	1					
Método:	Actual	X	Propuesto	Transporte	2					
Tipo:	Trabajador	X	Material	Almacenamiento	1					
Comentarios:				Demoras						
Los materiales utilizados en el área son 2077 frascos de jarabes, distribuidos en 14 cestas de 154 unidades cada una.				Inspección						
				Tiempo (min)	4,52					
				Distancia (m)	37					
Descripción de los Eventos	Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método				
Documentación	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	2,04		
Etiquetado de Muestras de Retención	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,45		
Termoencogido de Muestras de Retención	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	1,17	6,8	
Traslado a Control de Calidad para Aprobación de Muestras	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,65	30,2	Comunicación efectiva entre el inspector de control de calidad y el operador ó supervisor de la línea
Etiquetado	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,19		Utilizar máquina etiquetadora
Almacenaje de frascos	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,02		

Figura 18. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de etiquetado (Operador).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes			Resumen						
Estación:	Etiquetado			Evento	Actual	Propuesto				
Fecha:	08-10-2015			Operación	3					
Operador:	6 operadoras			Creación de Registro						
Analista:	Luisana Fernández			Agregar Información						
Método:	Actual	X	Propuesto	Transporte						
Tipo:	Trabajador		Material	X	Almacenamiento	1				
Comentarios:				Demoras						
Los materiales utilizados en el área son 2077 frascos de jarabes, distribuidos en 14 cestas de 154 unidades cada una.				Inspección	1					
				Tiempo (min)	2,48					
				Distancia (m)	0					
Descripción de los Eventos	Símbolos			Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método				
Etiquetado de Muestras de Retención	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,45		
Termoencogido de Muestras de Retención	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	1,17		
Aprobación de Muestras de Retención	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,65		
Etiquetado	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,19		Utilizar máquina etiquetadora
Almacenaje de frascos	○	⊙	●	⇨	▽	D	□	0,02		

Figura 19. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de etiquetado (Material).

**Embalado:** Cada cesta es trasladada al área de embalado, en el que dos operadores realizan el termoencogido de los frascos a través de máquinas termoencogedoras. Cada operador, de acuerdo a habilidades propias de su experiencia,

coloca 12 unidades de jarabes dentro de una película termoencogible de poliolefina, luego hace accionar la máquina que a su vez hace bajar la tapa, realizando el sellado de la bolsa y por medio de aire caliente, la poliolefina se encoje y toma la forma del producto. El operador va colocando los paquetes de jarabes en una mesa, para que posteriormente el inspector de producto terminado de turno realice la inspección de estos y los disponga en cajas de cartón (ver Figura 20 y 21).

Ubicación:				Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen				
Estación:				Embalado				Evento		Actual	Propuesto	
Fecha:				09-10-2015				Operación		1		
Operador:				Victor Isturiz y Alberto Sanchez				Creación de Registro				
Analista:				Luisana Fernández				Agregar Información				
Método:		Actual	X	Propuesto	Transporte							
Tipo:		Trabajador	X	Material	Almacenamiento							
Comentarios:								Demoras		1		
En el área se utiliza una película de poliolefina para el empaquetado de los frascos de jarabe.								Inspección		1		
								Tiempo (min)		0,63		
								Distancia (m)		0		
Descripción de los Eventos				Símbolos				Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método		
Colocado Frascos en Mesa				○	◎	●	⇄	▽	□	0,41		
Termoencogido de Frascos				○	◎	●	⇄	▽	□	0,09		
Colocado de Paquetes en Mesa				○	◎	●	⇄	▽	□	0,03		
Inspección de Paquetes				○	◎	●	⇄	▽	□	0,07		
Embalado en Cajas				○	◎	●	⇄	▽	□	0,03		

Figura 20. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de embalado (Operador).

Ubicación:	Línea de Fabricación de Jarabes				Resumen							
Estación:	Embalado				Evento	Actual	Propuesto					
Fecha:	09-10-2015				Operación	2						
Operador:	Víctor Isturiz y Alberto Sanchez				Creacion de Registro							
Analista:	Luisana Fernández				Agregar Información							
Método:	Actual	X	Propuesto		Transporte							
Tipo:	Trabajador		Material	X	Almacenamiento	2						
Comentarios:					Demoras							
En el área se utiliza una película de poliolefina para el empaquetado de los frascos de jarabe.					Inspección	1						
					Tiempo (min)	0,63						
					Distancia (m)	0						
Descripción de los Eventos				Símbolos		Tiempo en minutos	Distancia en metros	Recomendaciones del Método				
Colocado Frascos en Mesa				○	⊙	●	⇨	▽	□	0,41		
Termoencogido de Frascos				○	⊙	●	⇨	▽	□	0,09		
Almacenaje de Paquetes en Mesa				○	⊙	●	⇨	▽	□	0,03		
Inspección de Paquetes				○	⊙	●	⇨	▽	□	0,07		
Embalado en Cajas				○	⊙	●	⇨	▽	□	0,03		

Figura 21. Diagrama de Flujo de Proceso de la estación de embalado (Material).

#### 4.1.4 Condiciones de Trabajo.

Cada estación de trabajo de la línea de fabricación de jarabes cuenta con iluminación artificial, producida por bombillos de luz blanca de 10 vatios, los cuales se encuentran colocados de forma que proporcionan la iluminación requerida para la realización de las actividades normales específicas en cada una de las áreas, con suficiente nivel de desempeño visual; de igual manera se pudo constatar a través de la observación directa y las entrevistas no estructuradas, que los niveles de ruido no generan un esfuerzo adicional por parte del operador para hacer sus actividades. Cabe destacar que no se contó con los equipos necesarios para la medición del ruido y la iluminancia, sin embargo para efectos del estudio éste tópico no es de mayor relevancia.

Por su parte, cada área cuenta con una temperatura controlada, con la finalidad de que exista el mínimo crecimiento de microorganismos que pueda afectar la calidad del producto. El área de dispensado, por ser el lugar en el cual se almacenan los extractos, posee la temperatura más baja de la línea, entre 16 y 17 °C. El área de

fabricación y envasado poseen temperaturas controladas entre 20 y 21 °C y un porcentaje de humedad del 44%. Mientras que el área de empaque, en donde se encuentran la estación de codificado, etiquetado y embalado posee temperaturas entre 22 y 24 °C.

Por medio de las tabulaciones de la oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO), se determinó de qué manera las condiciones existentes en cada estación de trabajo pueden influir en el desempeño del operador para realizar el trabajo. El estudio de las condiciones de trabajo fue realizado con la ayuda del supervisor de la línea, quien por su experiencia y conocimiento del proceso, resulto ser la persona más apta para colocar las diversas calificaciones (ver Anexo C).

De acuerdo a éste estudio, se pudo observar que la movilización de los materiales a lo largo de las estaciones de trabajo ocasiona fatigas adicionales al operador, ya que implica grandes esfuerzos físicos que afectan su desempeño en el proceso. A través de las estaciones de trabajo el operador debe movilizar carboyas cuyo peso varía entre los 17 y 18 kg, además de los cuñetes de miel de abeja cuyo peso de aproximadamente 26 kg. Por otro lado el traslado del material envasado se realiza en cestas que poseen una capacidad para almacenar 154 unidades, lo que para el jarabe Jengibre Miel se traduce en 29 kg considerando su consistencia y densidad.

#### **4.2. Identificación de los posibles factores que influyen en la línea de producción de Jarabes.**

La observación directa permitió al investigador visualizar algunos de los factores resaltantes en la línea de producción de jarabes, así como también las conversaciones sostenidas con el supervisor y algunos operadores revelaron otros elementos no identificados en el proceso de observación, de esa manera por medio de una tormenta de ideas se identificaron los elementos existentes en el proceso productivo que podrían ser los causantes de la acumulación de productos:

- Mala Planificación.
- Falta de definición de operaciones y responsabilidades.
- Fatiga de los Operadores.
- Falta de motivación de los operadores.
- Defectos de calidad de los materiales.
- Capacidad de las máquinas.
- Falta de supervisión.
- Falta de capacitación.
- Reprocesamientos.
- Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.
- Ajustes en las máquinas.
- Falta de mantenimiento preventivo.

Posteriormente estos factores fueron clasificados en ramas de acuerdo a los aspectos que involucraban, resultando en cuatro distintas categorías pertenecientes al método de las 6M: mano de obra, métodos de trabajo, maquinaria y materiales. Por su parte, se pudo constatar en el proceso de observación que la temperatura del medio ambiente no representa un factor que pueda influir en la acumulación de productos durante el proceso productivo, así como las mediciones como una de las ramas de las 6M, que tampoco repercuten en la acumulación debido al establecimiento de parámetros determinados de calibración y reproducibilidad, es por ello que estos factores no fueron tomados en cuenta. Respecto a lo anterior, en la Tabla 8, se encuentran categorizados todos los factores identificados previamente.

Tabla 8. Categorización de Factores.

CATEGORIA	FACTORES
Mano de Obra	1. Fatiga 2. Falta de motivación 3. Falta de supervisión. 4. Falta de capacitación.
Métodos de Trabajo	5. Mala Planificación. 6. Falta de definición de operaciones y responsabilidades. 7. Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.
Maquinaria o Equipos	8. Capacidad de las máquinas. 9. Ajustes 10. Falta de mantenimiento preventivo.
Materiales	11. Defectos de calidad 12. Reprocesamientos.

La categorización de los factores permitió la elaboración del diagrama de Ishikawa, en el cual se ilustraron las relaciones existentes entre los efectos y las causas que influyen en la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de jarabes (ver Figura 22).

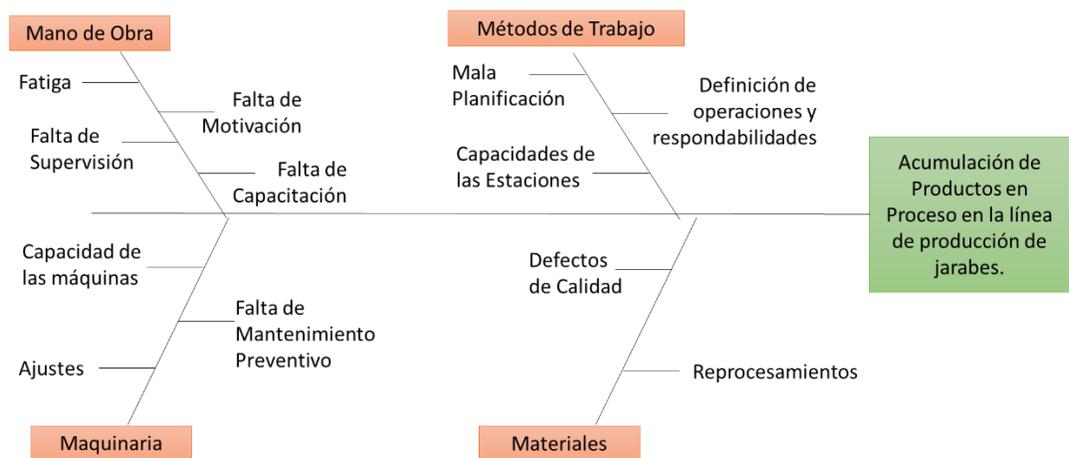


Figura 22. Diagrama Causa-Efecto

Una vez establecidas las posibles causas que pueden estar ocasionando la acumulación de productos en proceso, se aplicó la técnica de grupo nominal con la finalidad de realizar un análisis de la problemática, tomando en consideración las opiniones individuales de las personas involucradas en el proceso de fabricación de jarabes. Para ello, se realizó una encuesta a los 14 trabajadores de la línea, así como al supervisor de la misma y al gerente de producción, los cuales asignaron ponderaciones o valores que permitieron calificar las causas previamente identificadas de acuerdo a su influencia sobre la acumulación de productos durante el proceso (ver Anexo D).

Posteriormente, los resultados obtenidos por medio de la técnica de grupo nominal, fueron ordenados de mayor a menor según el total asignado en la puntuación, en la columna siguiente se presentó el porcentaje al que equivale la causa de la acumulación de productos en proceso dentro del total y por último el porcentaje acumulado. En la Tabla 9 se muestran las puntuaciones asignadas por los trabajadores.

Tabla 9. Resultado de las ponderaciones de la Técnica de Grupo Nominal.

<b>CAUSA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>% TOTAL</b>	<b>% ACUMULADO</b>
7	148	15,29	15,29
8	116	11,98	27,27
11	92	9,50	36,78
5	88	9,09	45,87
12	86	8,88	54,75
1	82	8,47	63,22
3	74	7,64	70,87
6	74	7,64	78,51
10	68	7,02	85,54
2	52	5,37	90,91
4	46	4,75	95,66
9	42	4,34	100,00
	968	100,00	

Los resultados presentados en la Tabla 9, permitieron la elaboración del diagrama de Pareto en el que se puede observar de forma gráfica la influencia que poseen algunos factores respecto a otros (ver Figura 23).

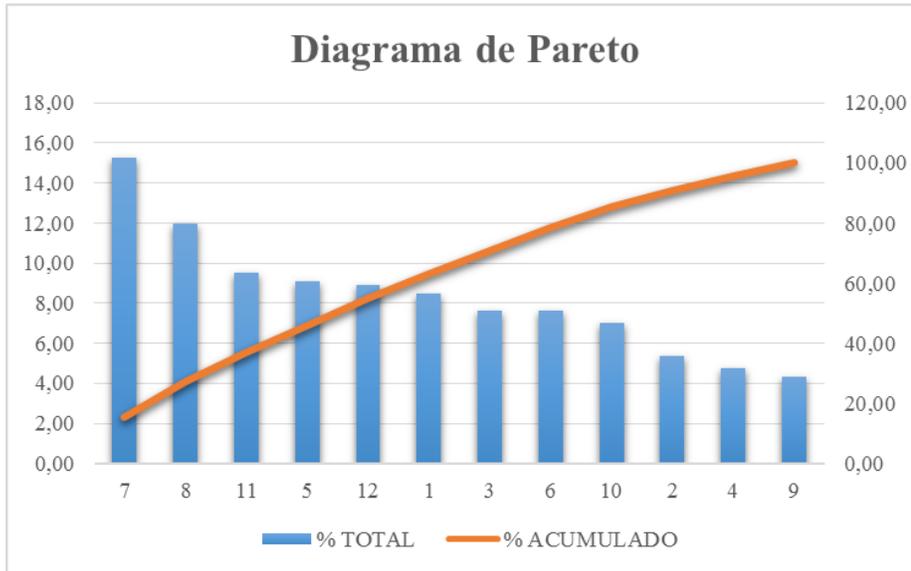


Figura 23. Diagrama de Pareto

De acuerdo a los resultados revelados en el diagrama de Pareto se evidenció que la causa referente a la diferencia existente entre las capacidades de producción de las estaciones de trabajo es un factor determinante en la acumulación de productos en proceso en la línea de fabricación de jarabes. Así mismo, la propia capacidad de las máquinas es también una de las causas influyentes en la problemática presente, por lo que se realizó un estudio sobre las capacidades existentes en la línea y, de esa manera, se pudo constatar los puntos focales problemáticos y qué medidas se pueden recomendar a la empresa para dar solución a la problemática presente.

### **4.3. Estudiar los factores que originan la acumulación de productos en proceso en la línea de producción de Jarabes.**

En la siguiente fase, una vez evidenciado cuáles son las causas principales de la acumulación de productos en proceso, se procedió a realizar un estudio para determinar la capacidad de producción de cada una de las estaciones de trabajo que componen la línea de producción de jarabes, y encontrar el punto focal del problema. Para ello, en primer lugar, se realizó un estudio de tiempos con la finalidad de determinar los tiempos estándar de las operaciones que permitieron el estudio de la capacidad de producción.

#### **4.3.1. Estudio de Tiempos**

Siendo la capacidad de producción la principal causa de la problemática existente encontrada en la línea de producción de jarabes, fue necesario realizar un estudio de tiempos que permitiera registrar los mismos, ya que esta información resulta importante para determinar la capacidad de producción. El estudio se llevó a cabo bajo la técnica de cronometrado de regreso a cero con el fin de conocer la duración de cada actividad presente en el proceso, la notación de esta técnica permite que los valores de ejecución sean leídos directamente, evitando disponer de tiempo adicional para procesar los datos.

Con la finalidad de determinar el número de ciclos necesarios para realizar el estudio con una confiabilidad determinada, se tomó una muestra experimental para cada estación de trabajo de acuerdo a la duración de sus respectivos elementos, ésta muestra fue evaluada bajo una confiabilidad del 95% haciendo uso de la distribución de  $t$  de student ya que la muestra experimental fue inferior a 30 observaciones. En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en el estudio a través de la aplicación de la Fórmula 1.

Tabla 10. Número de Ciclos a Estudiar

ESTACIÓN	N° de Muestras	<i>Grados de Libertad (n-1)</i>	<i>t</i>	s	x	k	<i>N° de Ciclos</i>
Dispensado	20	19	1,729	136,95	1052,20	0,05	<b>20</b>
Fabricado	20	19	1,729	341,79	2756,38	0,05	<b>18</b>
Envasado	10	9	1,833	8,54	114,35	0,05	<b>7</b>
Codificado	10	9	1,833	0,31	5,64	0,05	<b>4</b>
Etiquetado	10	9	1,833	1,78	12,71	0,05	<b>26</b>
Embalado	10	9	1,833	3,02	37,06	0,05	<b>9</b>

Como se puede observar en la tabla 10, el número de observaciones necesarias para realizar el estudio en la estación de dispensado es igual a la muestra experimental. Por otro lado, las estaciones de fabricado, envasado, codificado y embalado sólo requirieron de una fracción de las observaciones tomadas para la muestra experimental. Mientras que por el contrario, en la estación de etiquetado fueron necesarias realizar 16 observaciones más, ya que la muestra experimental es menor a la muestra requerida.

Por su parte, durante el desarrollo del estudio, se pudo observar la existencia de actividades que se realizan previo al inicio del proceso en cada estación, es por ello que se determinaron los tiempos involucrados en la realización de estas operaciones, que aunque no son parte del tiempo de ciclo, son determinantes en el tiempo de producción. Los tiempos de estas operaciones son denominados tiempos de preparación, debido a que son utilizados para el acondicionamiento del área de trabajo. En la Tabla 11 se pueden apreciar éstas operaciones con sus respectivos tiempos.

Tabla 11. Tiempos de Preparación

ESTACIÓN	OPERACIÓN	TIEMPO (min)
Dispensado	Llenado de Expediente	22,78
	Búsqueda y Limpieza de Carboyas y Cuñetes	12,08
Fabricado	Llenado de Expediente	20,11
	Limpieza del Área	17,40
	Aprobación del Área por Control de Calidad	0,82
	Búsqueda Materia Prima	15,18
	Preparación del Espacio	5,15
Envasado	Limpieza del Área	20,74
	Búsqueda Material de Empaque	1,93
	Preparación de la Tolva	1,06
	Preparación de la Maquina	3,49
	Decantado	3,68
Codificado	Recepción de Cestas	6,30
	Configuración de Maquina	2,73
	Obtención de Muestra	1,30
	Aprobación por Control de Calidad	2,35
Etiquetado	Llenado de Expediente	2,04
	Muestra de Retención	1,62
	Aprobación por Control de Calidad	0,65

Una vez establecidos los tiempos de preparación, se procedió a realizar las mediciones para cada una de las actividades del proceso de fabricación de jarabes. A continuación, se presenta el procedimiento que se empleó para calcular el tiempo estándar de cada actividad de cada una de las estaciones de trabajo, tomando como ejemplo la medición realizada para la primera actividad de la estación de dispensado, la cual corresponde a la identificación de carboyas. Los datos fueron tomados del Anexo G.1 correspondiente al estudio de tiempo para la estación de dispensado.

En primer lugar se procedió al cálculo del tiempo promedio, que consistió en la sumatoria de las mediciones realizadas, divididas entre el número de mediciones, tal como se muestra en la Fórmula 3:

$$TP = \frac{1933,98}{20}$$

$$TP = 96,70 \text{ segundos}$$

Para establecer un estándar de tiempo es necesario realizar una calificación de desempeño (CD) a los operarios. Para ésta investigación se contó con el apoyo del supervisor de la línea, quien a través de su experiencia y conocimiento sobre el proceso, realizó la calificación de desempeño de los operadores involucrados por medio de la aplicación el Sistema Westinghouse tal como se muestra a continuación en la Tabla 12, por otro lado la calificación fue realizada a cada elemento de cada estación de trabajo, ya que cada elemento implica un esfuerzo distinto por parte del operador que debe ser tomado en cuenta. Los valores fueron tomados del Anexo F.1 correspondiente a la calificación de desempeño del primer elemento de la estación de dispensado.

Tabla 12. Calificación de Desempeño de un elemento.

Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción
Habilidad	A2	0,13	Extrema
Esfuerzo	B1	0,10	Excelente
Condiciones	C2	0,04	Excelente
Consistencia	C2	0,03	Excelente

Posteriormente se procedió a la suma de cada aspecto considerado en la CD de acuerdo a la Fórmula 4.

$$CD= 1 + (0,13+0,10+0,04+0,03)$$

$$CD= 1,3$$

Luego, con la calificación de desempeño y el tiempo promedio se obtuvo el tiempo normal (Tn) haciendo uso de la Fórmula 5.

$$Tn= 1,3 \times 96,70 \text{ segundos}$$

$$Tn= 125,71 \text{ segundos}$$

Seguidamente, el tiempo normal es multiplicado por la frecuencia de la operación, con la finalidad de establecer un estándar preciso. Para el caso específico de este elemento, la frecuencia es de 4 ya que la actividad de identificación de carboyas se realiza para cada carboya a dispensar, de esa manera se obtiene el tiempo unitario normal.

$$\text{Tiempo Unitario Normal} = 125,71 \text{ segundos} \times 4$$

$$\text{Tiempo Unitario Normal} = 502,83 \text{ segundos}$$

Por su parte, dentro del tiempo estándar debe asumirse un porcentaje de holgura para la actividad, para ello se utilizó la tabla realizada por la oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO) como método para determinar el porcentaje de holguras. Aunado a esto, se consideró un porcentaje de holguras del 5% para contemplar las necesidades personales que puede tener el operario al momento de efectuar su trabajo, tales como: tomar agua e ir al sanitario, lo que equivale a 24 minutos en 8 horas. Niebel y Freivalds (2004) hacen referencia a que “Lazarus (1968) reportó que en 235 plantas de 23 industrial, la holgura personal oscila entre 4,6 y 6,5%. Por lo

tanto, la cifra de 5% parece ser adecuada para la mayoría de los trabajadores”. A continuación se muestra el porcentaje de holguras asignado al primer elemento de la estación de dispensado.

Tabla 13. Holguras asignadas a un elemento.

ELEMENTOS	Identificación de Carboyas
<b><i>HOLGURAS CONSTANTES</i></b>	
Holgura Personal	5
Holgura por Fatiga Básica	4
<b><i>HOLGURAS VARIABLES</i></b>	
Holgura por estar parado	-
Holgura por posición anormal	-
Uso de Fuerza	-
Mala Iluminación	-
Condiciones Atmosféricas	-
Atención Cercana	-
Nivel de Ruido	-
Esfuerzo Mental	-
Monotonía	-
Tedio	-
<b>TOTAL (%)</b>	<b>9</b>

Una vez obtenido el porcentaje de holguras, se aplicó la fórmula 6 para determinar el valor de holgura total al elemento. Al igual que para la calificación de desempeño, se estableció el porcentaje de holgura para cada elemento de trabajo, debido a que el esfuerzo empleado para la realización de cada actividad es variable.

$$\text{Holgura} = 0,09 + 0$$

$$T = 0,09$$

Una vez conocido el porcentaje de holgura de la operación en cuestión, se realizó el cálculo del Tiempo Estándar (TE) tomando en consideración el tiempo normal previamente determinado, tal y como se indica en la Fórmula 7.

$$TE = 523,34 \times (1 + 0,09)$$

$$TE = 570,44 \text{ segundos/ciclo}$$

Éste mismo procedimiento, fue aplicado para el resto de los elementos que conforman cada estación de trabajo de la línea de fabricación de jarabes. En la tabla 14, se muestran los tiempos estándares obtenidos por medio del estudio de tiempo, en forma resumida. Así como también, los tiempos de preparación de cada estación que forman parte del ciclo de trabajo.

Tabla 14. Resumen del Estudio de Tiempo.

ESTACIÓN	Tiempo de Ciclo Promedio (segundos)	Tiempo Normal (segundos)	Tiempo Estándar (segundos)	UNIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR DEL CICLO (min/lote)
Dispensado	1047,33	1821,29	2079,42	lote	34,66
Fabricado	2733,66	3546,29	4200,27	lote	70,00
Envasado	13,58	14,66	15,88	golpe (4 unids)	137,41
Codificado	5,48	5,91	6,10	golpe (4 unids)	52,79
Etiquetado	12,40	15,58	17,54	unidad	607,07
Embalado	37,21	45,76	50,22	paq (12 unids)	144,86

Con la aplicación del estudio de tiempo en las actividades realizadas en las estaciones de trabajo de la línea de producción de jarabes, se obtuvo los valores de tiempo estándar que refleja el tiempo requerido para que un trabajador de tipo medio,

plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación, permitiendo así conocer con certeza el método actual para la ejecución de las tareas. El estudio de tiempo fue utilizado como una herramienta que permitió establecer los tiempos estándar requeridos para determinar la capacidad de producción de cada estación, así como también para conocer cuáles son las operaciones más lentas que podrían estar ocasionando la acumulación de productos en proceso.

#### 4.3.2. Capacidad de Producción de cada Estación de Trabajo.

Para la determinación de la capacidad de producción de cada estación de trabajo, se tomaron en cuenta los estándares de tiempos por lote de producto, para ello se consideraron los tiempos estándar del ciclo de trabajo y los tiempos de preparación. En la Tabla 15 se puede apreciar el tiempo en minutos que cada estación de trabajo requiere para producción lote.

Tabla 15. Estándares de Tiempos por Lote.

ESTACIÓN	TIEMPO DE PREPARACIÓN (min/lote)	TIEMPO ESTÁNDAR DEL CICLO (min/lote)	TIEMPO TOTAL (min/lote)
Dispensado	34,85	34,66	69,51
Fabricado	58,67	70,00	128,67
Envasado	30,91	137,41	168,31
Codificado	12,68	52,79	65,48
Etiquetado	4,30	607,07	611,37
Embalado	0	144,86	144,86

Una vez establecido el tiempo requerido para la producción de un lote, se determinó la capacidad de producción de cada estación de trabajo, para lo cual fue

necesario establecer la duración de la jornada laboral, siendo esta de 8 horas diarias, y el número de máquinas empleadas en cada estación de trabajo. Estos datos, junto a los estándares de tiempo, permitieron calcular la capacidad de lotes diarios que cada estación puede producir de acuerdo a la fórmula 8 (ver Tabla 16).

Tabla 16. Capacidad de Producción por Estaciones.

ESTACIÓN	JORNADA (min/día)	NÚMERO DE MAQUINAS	TIEMPO (min/lote)	CAPACIDAD (lote/día)
Dispensado	480	1	69,51	6,91
Fabricado	480	1	128,67	3,73
Envasado	480	1	168,31	2,85
Codificado	480	1	65,48	7,33
Etiquetado	480	6	611,37	4,71
Embalado	480	2	144,86	6,63

En la Tabla 16 se puede observar que la estación de envasado posee la menor capacidad de producción, logrando realizar tan solo 2,85 lotes de jarabe de Jengibre Miel diarios, de acuerdo a esto, el área es la que posee mayor acumulación de productos en proceso. Es por ello que la empresa tomo la decisión de adicionar un tanque al área de envasado que funcionara como un espacio de almacenamiento mientras otro jarabe estaba en proceso de llenado, con el objetivo de no detener el proceso de fabricación. Por otro lado, la estación de fabricado es la segunda estación con menor capacidad de producción, revelando la causa por la cual la materia prima dispensada se acumula en el área de dispensación, siendo ésta por el contrario la estación con mayor capacidad de producción.

#### 4.3.3. Capacidad de las Máquinas.

En este punto se estudió solo la capacidad de la máquina ubicada en la estación que posee la menor capacidad de producción, siendo ésta la estación de envasado. La

máquina empleada en ésta estación es una máquina llenadora y tapadora, que está conectada por una banda transportadora que hace trasladar el producto por cada etapa del proceso, en esta estación laboran dos operadores, uno encargado de la manipulación de la máquina y la colocación de los frascos en la banda transportadora, y el segundo es quien recibe los mismos y los almacena en cestas. Para la determinación de la capacidad de ésta máquina, se realizó un estudio de la misma, en el que se tomó en cuenta la capacidad teórica y efectiva, con la finalidad de calcular el porcentaje de utilización de la máquina.

De acuerdo a las especificaciones de la máquina llenadora, se conoció a través del proveedor, que la misma posee un tiempo para realizar el llenado de 0,30 minutos por golpe, para los líquidos cuya densidad varíe entre 1 y 3 g/ml. Considerando que el jarabe Jengibre Miel posee una densidad establecida entre 1,20 y 1,70 g/ml por el Departamento de Control de Calidad para su aprobación, y que la cantidad de unidades que la máquina puede producir por ciclo depende del número de picos de llenado empleados en el proceso, se determinó que la capacidad teórica de producción en un turno de trabajo, en condiciones ideales, es de 6.400 unidades por turno (ver Tabla 17).

Tabla 17. Capacidad Teórica de la Máquina Llenadora

JORNADA (min)	TIEMPO DE LLENADO (min/golpe)	UNIDADES POR CICLO	CAPACIDAD TEÓRICA (unid/turno)
480	0,30	4	6400

Sin embargo, es conocido que en una planta de producción, se realizan paradas que interrumpen el ciclo de trabajo, algunas de ellas son programadas ya que son necesarias para el proceso, mientras que otras ocurren de forma imprevista por deficiencias en el mismo y pueden ser eliminadas, a éstas últimas se les denomina paradas no programadas. Todas éstas paradas condicionan el flujo operativo de la máquina y limitan la capacidad efectiva de la misma. Para el cálculo de la capacidad

efectiva, fue necesario realizar un estudio de las paradas ocurridas durante el proceso de producción del jarabe Jengibre Miel, en el que se registró durante 6 días la producción hora a hora del jarabe en el área de envasado, y todas las paradas ocurridas en la misma, a partir de éstos datos se calculó la capacidad de envasado de la máquina llenadora.

En la Tabla 18 se observa el tiempo efectivo por cada día observado, el cual representa el tiempo real que trabaja la línea, incluyendo los tiempos de las paradas programadas ocurridas en el proceso ya que sin éstas es imposible iniciar la producción. Dentro de éstas paradas se encuentran las limpiezas intensivas realizadas cada lunes en la mañana en el área de envasado, y los tiempos de preparación del espacio para la fabricación definidos anteriormente. También se muestra en la tabla la capacidad calculada en unidades por hora de trabajo (ver Anexos H).

Tabla 18. Estudio de Capacidad Efectiva

T. Estudiado (min)	T. Paradas No Programadas (min)	T. Paradas Programadas (min)		T. Efectivo (min)	Producción (unids)	Capacidad (unid/h)
		Limpieza	T. Preparación			
480	65	300	33	415	2066	298,70
470	90	-	67	380	4132	652,42
295	48	-	32	247	2062	500,89
480	45	300	18	435	2068	285,24
468	42	-	63	426	4125	580,99
300	0	-	33	300	2067	413,40

Luego, obteniendo un promedio de todas las capacidades calculadas se determinó que la capacidad efectiva de producción de la máquina por hora es de 455 unidades, significando ésto en un turno de 8 horas de trabajo, un total de 3642 unidades. Éste promedio involucra todas las paradas ocurridas en el tiempo estudiado y funge como estándar aproximado. A este respecto, se añade el cálculo anterior de la capacidad teórica, por medio de los cuales se pudo determinar que el porcentaje de utilización de la máquina es de tan solo el 56,91%.

En virtud del resultado obtenido, en la tabla 19 se muestran las paradas no programadas ocurridas en la estación de envasado durante el estudio, ordenadas de acuerdo al tiempo de duración de la misma y la frecuencia con la que ocurrieron, en el Anexo H se muestra la información referente al momento en el que ocurrido la misma.

Tabla 19. Paradas No Programadas

Descripción	Frecuencia	T. Paradas No Programadas (min)	% Total	% Acumulado
Exceso de tapas dañadas	1	90	42,86	42,86
Mal Tapado de los Frascos.	1	65	30,95	73,81
Mal Sellado de los Picos	2	30	14,29	88,10
Picos de Llenado Obstruidos	3	25	11,90	100,00
	Total	210	100	

En la tabla se pudo observar que el total de tiempo perdido por causa de paradas no programadas es de 210 minutos, para analizar las mismas se presenta un diagrama de Pareto, el cual nos indica que la parada a razón del exceso de tapas dañadas ocasiona el 43% del tiempo total de paradas no programadas, en la figura 24 se puede observar el diagrama de Pareto con las paradas registradas.

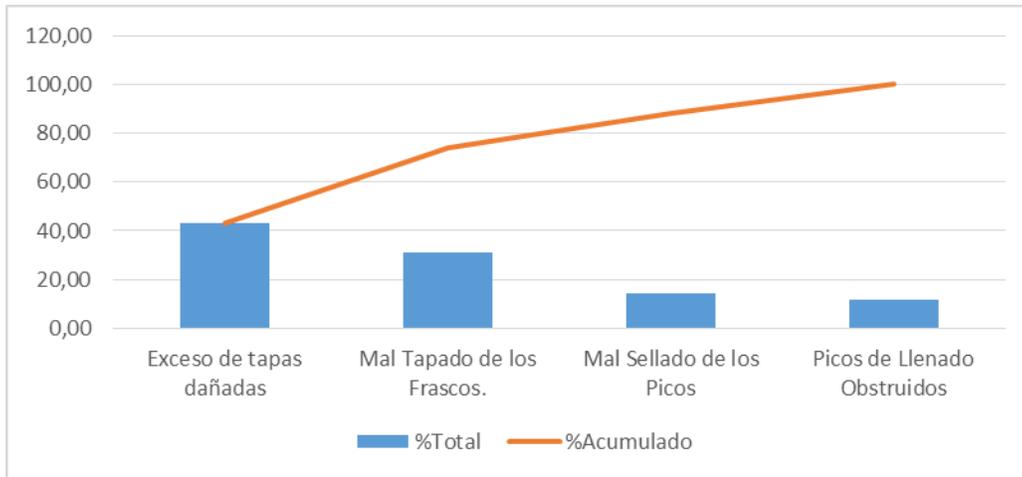


Figura 24. Diagrama de Pareto de Paradas No Programadas

Aunado a esta situación, durante el estudio se observó que la máquina llenadora está diseñada para poseer 12 picos de llenado y actualmente solo son utilizados 4. De acuerdo a esto, se realizó un cálculo de acuerdo a estos datos en base a la jornada laboral y al tiempo establecido por el proveedor para el llenado de líquidos por golpe, considerando además que la cantidad de unidades a producir por ciclo de trabajo depende de la cantidad de picos de llenado que posee la máquina llenadora (ver Tabla 20).

Tabla 20. Capacidad de acuerdo a los picos de llenado

CAPACIDAD DE ACUERDO A LOS PICOS	JORNADA (min)	TIEMPO DE LLENADO (min/golpe)	UNIDADES POR CICLO	UNIDADES POR TURNO
DISEÑO	480	0,30	12	19.200
UTILIZADA	480	0,30	4	6.400

En los resultados obtenidos se evidenció que el porcentaje de utilización de la capacidad de diseño es de un 33.33%, significando un desaprovechamiento de la maquinaria instalada.

#### **4.3.4. Matriz FODA.**

Con la participación de algunos miembros de la gerencia se realizó un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que en su conjunto diagnostican la situación interna de la organización, así como su evaluación externa. Ésta herramienta fue utilizada únicamente para el análisis de la situación actual, con la finalidad de tener una visión global acerca de las circunstancias a las que se enfrenta la empresa Arco Iris Laboratorio C.A (ver Tabla 21).

Tabla 21. Matriz FODA.

<b>DEBILIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retrasos en los Tiempos de Entrega de Pedidos.</li> <li>2. Diferencias entre las capacidades de producción de las estaciones de trabajo.</li> <li>3. Baja utilización de la capacidad de las máquinas.</li> <li>4. Defectos en la calidad de los materiales.</li> <li>5. Mala Planificación de la Producción.</li> <li>6. Reprocesamientos de los materiales.</li> <li>7. Falta de Capacitación al personal</li> <li>8. Falta de supervisión en la línea de producción.</li> <li>9. Falta de definición de operaciones y responsabilidades.</li> <li>10. Falta de Mantenimiento Preventivo.</li> <li>11. Falta de motivación.</li> <li>12. Fatiga de los trabajadores</li> <li>13. Diversos Ajustes en los equipos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buen Ambiente Laboral</li> <li>2. Conocimiento del Mercado</li> <li>3. Buena Calidad del Producto Final.</li> <li>4. Producción de la Materia Prima.</li> <li>5. Equipamientos Modernos.</li> <li>6. Experiencia de los Recursos Humanos.</li> <li>7. Cultura Organizacional.</li> <li>8. Procesos técnicos y administrativos de calidad.</li> <li>9. Incentivos Salariales.</li> <li>10. Sistema de control de inventarios.</li> <li>11. Capacidad de Entrega Directa.</li> <li>12. Distribución a todo el territorio nacional.</li> <li>13. Precios accesibles.</li> <li>14. Laboratorio de Control de Calidad.</li> </ol>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Necesidad del Producto.</li> <li>2. Tendencias en el mercado.</li> <li>3. Desarrollo de nuevos productos.</li> <li>4. Posibilidad de atender a clientes en el extranjero.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alta Competencia.</li> <li>2. Aumento de Precio de Insumos.</li> <li>3. Dificultad para Comprar Insumos.</li> <li>4. Sanciones por parte del Ministerio del Poder Popular para la Salud</li> </ol>

- Fortalezas vs. Oportunidades

De acuerdo a las fortalezas establecidas se puede apreciar que la organización posee actualmente diversas características que la diferencian del resto de las organizaciones, siendo una de ellas la calidad y compromiso del recurso humano existente. Éste factor representa un elemento fundamental para el desarrollo y crecimiento de la organización tanto en el mercado nacional como en el internacional, ya que funge como aliado para el logro y alcance de las metas trazadas y por ende del éxito de la compañía.

Por otro lado, la posesión de grandes hectáreas de terreno cultivadas no solo garantiza la calidad de la materia prima utilizada y finalmente del producto terminado, sino que también permite la incorporación de nuevos productos requeridos en el mercado.

- Debilidades vs. Oportunidades

Las debilidades encontradas en la línea de producción de jarabes resultan de todas las causas descritas anteriormente a través de la tormenta de ideas, todas éstas le están impidiendo a la empresa actualmente cumplir con los compromisos adquiridos con sus clientes y por supuesto ampliar su participación en el mercado. Aunado a esto influyen en el cómo la empresa puede aprovechar las oportunidades encontradas en el entorno, ya que estas debilidades afectan directamente al nivel de producción que la empresa puede alcanzar en un periodo de tiempo determinado. De esa manera resulta necesaria la mejora del proceso productivo y la superación de todas las debilidades encontradas en la investigación, ya que éstas no solo impiden que la organización cumpla con los requerimientos del mercado nacional, sino que también la idea de extender las ventas a mercados internacionales no puede ser materializada.

- Fortalezas vs. Amenazas

Todas las fortalezas que posee la organización la llevan a ser no solo una empresa reconocida en el país, sino también le permiten eliminar o minimizar las amenazas presentes en el entorno. Es así como la posesión de hectáreas de terreno para el cultivo minimizan el efecto generado por los altos y variantes precios de los insumos, así como también esto le permite tener una ventaja competitiva sobre el resto de las empresas en cuanto al aprovisionamiento de materia prima, que además posee una calidad ya garantizada.

- Debilidades vs. Amenazas

Por su parte, las debilidades encontradas en el proceso representan un factor contribuyente a las amenazas encontradas en el entorno ya que la inconformidad del cliente por los retrasos de los pedidos proyecta una imagen negativa de la organización, afectando principalmente en la competitividad de la empresa y disminuyendo la participación de la misma en el mercado. Es conocido que el tiempo de entrega de pedidos es uno de los aspectos que impactan en la competitividad de la empresa

Finalmente, la matriz permitió resaltar todos los aspectos que condicionan el crecimiento de la empresa, de la mano de los primeros participantes, obteniendo resultados que permitirán en un futuro la planeación de estrategias con la finalidad de aprovechar las oportunidades y minimizar o eliminar las amenazas descritas.

## CONCLUSIONES

Luego estudiar el proceso productivo que ocurre en la línea de producción de jarabes de la empresa Arco Iris Laboratorio C.A., se aplicaron diversos estudios a través de técnicas e instrumentos de recolección y análisis de información, que permitieron identificar y analizar las causas críticas que ocasionan la acumulación de productos durante este proceso, a través de ésto se establecen las siguientes conclusiones:

- En la fase de descripción realizada durante la investigación se determinaron la cantidad de operaciones, transportes y almacenamientos que ocurren en cada una de las estaciones de trabajo que componen la línea de producción de jarabes, a través de los diagramas de flujo de proceso. En el cual se pudo observar las diversas distancias y pesos que los operadores deben manejar para transportar los materiales, influyendo directamente en el desempeño del trabajador y en los tiempos de producción de la línea.
- A partir de la opinión de las personas involucradas en el proceso, obtenidas a través de la técnica de grupo nominal, se determinó que la causa de mayor incidencia que origina el 15% de la acumulación de productos durante el proceso es la diferencia existente entre las capacidades de producción de las estaciones de trabajo, por su parte la capacidad de las máquinas fue la segunda causa que genero un 12% de incidencia sobre la acumulación, por lo que juntas representan el 27% de las causas que generan la problemática planteada.
- Del estudio de tiempo se pudo determinar los tiempos estándar de cada actividad realizada en la línea de producción de jarabes, mostrando principalmente que alguno de los tiempos involucrados en la preparación del espacio de fabricación, como para la documentación del lote a fabricar y para la limpieza del espacio requieren mayor tiempo de operación en relación a las otras actividades. Así mismo se pudo evidenciar que las estaciones de envasado y etiquetado representan las estaciones más lentas del sistema para producir un lote de jarabe.
- Una vez obtenidos los tiempos, se determinaron las capacidades de producción de

cada estación de trabajo, observándose que la estación de envasado posee la menor capacidad de producción del sistema, siendo ésta la estación que limita el flujo de producción de la línea y en donde se genera la mayor acumulación de productos en proceso, por otro lado se observó también que las estaciones de dispensado, codificado y embalado se encuentran sub utilizadas, generando tiempos de ocio para las operadores involucrados en estas estaciones.

- Por su parte, por medio del estudio de la capacidad de la máquina ubicada en la estación de envasado, siendo ésta la máquina llenadora y tapadora, se pudo observar que la misma está diseñada para poseer 12 picos de llenado, y actualmente sólo son utilizados 4 picos de llenado, por lo que esto evidencia un porcentaje de utilización de acuerdo al diseño de la máquina del 33,33%.

- Por medio de la relación establecida entre la capacidad teórica actual de la máquina llenadora y tapadora, y la capacidad efectiva calculada a partir de un estudio de paradas, se determinó que del 33,33% de utilización del diseño expresado anteriormente, sólo es utilizado actualmente el 56,91% de la máquina.

- En el estudio se evidenció que dentro del tiempo invertido en las paradas no programadas ocurridas en la línea de producción de jarabes, la parada por exceso de tapas dañadas tiene la mayor incidencia, representando el 43% del tiempo total de paradas no programadas.

- Finalmente, por medio de la matriz FODA se pudo observar, que la superación de las debilidades encontradas es de gran importancia para que la organización continúe creciendo en el mercado nacional, y logre trascender hacia mercados internacionales, además de evidenciar como las fortalezas hacen de esta empresa única en el país observando la importancia de seguir manteniendo un ambiente laboral agradable que siga brindando grandes oportunidades.

## RECOMENDACIONES

Después de haber analizado y considerado las causas que ocasionan la acumulación de productos durante el proceso de fabricación de jarabes, y de haber ubicado el lugar en donde se encuentra la mayor acumulación de productos, se procedió al planteamiento de recomendaciones que contribuyan en la elaboración de estrategias futuras que permitan no solo el cumplimiento de los compromisos adquiridos con los clientes sino continuar con el crecimiento de la organización en el mercado.

- Incrementar la capacidad de la máquina llenadora, por medio de la colocación de 10 picos de llenado, ya que ésto elevará la capacidad de producción de la estación de envasado a 5,59 lotes/día, evitando de esa manera la acumulación de productos durante el proceso.
  
- Planear estrategias con los proveedores que permitan garantizar la calidad de las tapas con la finalidad de impedir las paradas ocurridas por exceso de fallas en las mismas.
  
- Llevar a cabo un plan de limpieza continuo en los picos de llenado, con el fin evitar que éstos se obstruyan por la viscosidad del jarabe.
  
- De acuerdo al diagrama de flujo realizado para cada estación de trabajo de la línea, se recomienda emplear una computadora para realizar la documentación del lote a fabricar con la finalidad de agilizar el proceso de preparación. Aunado a esto, es necesario utilizar una bomba de succión para el llenado de carboyas y un montacargas para la movilización de los cuñetes de miel en la estación de dispensado, con la finalidad de que el operador no requiera levantar los recipientes.
  
- Se recomienda que la materia prima ya dispensada sea colocada en el Almacén de Material en Proceso, el cual se encuentra a 8 metros de la estación de fabricado, ésto

con la finalidad de minimizar la distancia que el operador de la mencionada estación debe trasladarse para buscar la materia prima utilizar.

- Las mediciones de volumen son operaciones que no agregan valor al producto, se recomienda adicionar a la banda transportadora un peso automatizado que permita pesar cada 5 minutos los envases de jarabes antes de ser tapados. Ésto se recomienda ya que actualmente la tarea no es ejecutada correctamente debido al tiempo que involucra.

- Se recomienda incorporar una línea que transporte los frascos de jarabe ya tapados, desde la estación de envasado hasta la estación de codificado, con la finalidad de evitar las cargas de peso a las que debe someterse el operador para el traslado de las cestas.

- La comunicación es un factor de vital importancia en toda organización, se recomienda que el inspector de control de calidad de turno establezca comunicación permanente con el supervisor de la línea, por medio de un radio. Ésto permitirá al supervisor comunicar de forma inmediata la culminación de las tareas de preparación o de cualquier actividad y/o irregularidad que requiera de la presencia del inspector, y de esa forma evitar tiempos improductivos en traslados para buscar al inspector.

- Se recomienda el uso de la etiquetadora como medio principal de etiquetado, debido a que ésta estación representa actualmente la tercera estación con menor capacidad de producción.

- Con el fin de evitar las cargas de peso que debe levantar el operador del área de fabricación (12 cuñetes de miel= 312 Kg aproximadamente), se recomienda utilizar la bomba de trasvase y mangueras ya existentes en el área, para la succión de la miel desde su recipiente hasta el tanque de mezclado, evitando de esa manera el levantamiento del cuñete completo y que éste se limite sólo para escurrir la miel adherida a las paredes del cuñete con una paleta.

- Por medio de la interrelación de las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas analizadas por medio de la matriz FODA, se recomienda establecer planes estratégicos de venta que permitan compensar los retrasos en los tiempos de entrega al cliente, con la finalidad de no quedar fuera del mercado.
  
- Se recomienda aprovechar las hectáreas de terreno cultivadas que ya posee la empresa e incorporar nuevos productos al catálogo de productos ofrecido, ya que esto permitirá abarcar mayor espacio en el mercado.

## REFERENCIAS

**Antor, B., y Cisneros, S.** (2000). Aumento de la Productividad en una Línea de Fabricación de Cápsulas para la Industria Farmacéutica, Haciendo Énfasis en Variables Directamente Relacionadas con el Proceso. Tesis de Grado publicada, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

**Arias, F.** (1999). El Proyecto de Investigación (3ra Ed.). Venezuela: Editorial Episteme.

**Blanco, H., y Castiblanco, Y.** (2013). Optimización del tiempo de procesamiento de legalización de contratos en el área de licitaciones y contratos de Laboratorios Baxter S.A y RTS S.A.S. Tesis de Grado publicada, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

**Burgos F.** (1999). Ingeniería de Métodos Calidad y Productividad. (2da Ed.). Venezuela: Editorial Universidad de Carabobo.

**Canavos, G.** (1998). Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos (1ra Ed). México: Editorial McGraw Hill.

**García, B.** (2003). Planeación de la Capacidad de Producción. México: Editorial Trillas.

**Gutiérrez, H.** (2010). Calidad Total y Productividad (3ra Ed.). México: Editorial McGraw Hill.

**Hodson, W.** (1998). Maynard Manual del Ingeniero Industrial. (Tomo I). México: Editorial McGraw-Hill.

**Huerta J.** (2005). Grupo Nominal. Recuperado el 05 de mayo de 2016, de [http://academic.uprm.edu/jhuerta/HTMLObj-95/Grupo\\_Nominal.pdf](http://academic.uprm.edu/jhuerta/HTMLObj-95/Grupo_Nominal.pdf)

**Hurtado, J.** (2007). El Proyecto de Investigación. Metodología de la Investigación Holística. (5ta Ed.). Venezuela: Sypal- Quiron Ediciones.

**Meyer, P.** (1973). Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas. México: Fondo Educativo Interamericano, S.A

**Meyers, F., y Stephens, M** (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México. Editorial Pearson Educación.

**Niebel, B., y Freivalds, A.** (2004). Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo (12 Ed). México: Editorial Alfa omega.

**Oirdobro, S., y Sánchez, S.** (2012). Plan de mejora de proceso en la línea de producción Uniloy 6 en la empresa Plásticos y Desarrollo S.A. Tesis de Grado publicada, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Lara.

**Oliveros, C.** (2013). Propuesta de un plan de mejora para eliminar el arrastre de arena, porosidad y moldes rotos, en las piezas fabricadas en la empresa Alfa Metal Casting C.A. Tesis de Grado publicada, Universidad José Antonio Páez, Valencia, Venezuela.

**Organización Mundial de la Salud** (s.f.) Normas de Buenas Prácticas de Manufactura. Informe 32. Ginebra.

**Palencia, A., y Zambrano J.** (2012). Propuesta para el incremento de la capacidad de producción de una empresa manufacturera de tequeños y pastelitos. Caso: Don Sabroso C.A. Tesis de Grado publicada, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

**Render, B.** (2009). Principios de administración de operaciones. (7ma Ed.). México: Editorial Pearson Educación.

**Rengifo, L.** (2013). Plan de Mejoras en las líneas de inyección de la empresa Derivados Plásticos C.A., ubicada en Valencia, Edo. Carabobo. Tesis de Grado publicada, Universidad José Antonio Páez, Valencia, Venezuela.

**Unidad de Medicamentos y Tecnología en Salud.** (2001). Normas para Medicamentos Naturales, Tradicionales y Homeopáticos. Recuperado 15 de mayo de 2016, de <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s18840es/s18840es.pdf>

**Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL)** (2006). Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales. Segunda reimpresión. Venezuela: Fondo Editorial UPEL.

## ANEXOS

**ANEXO A. Tabla t de Student**

$\alpha$ r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290

La tabla de áreas  $1-\alpha$  y valores  $c_{1-\alpha,r}^t$ , donde,  $P[T \leq c] = 1-\alpha$ , y donde T tiene distribución t-student con r grados de libertad.

## ANEXO B. Formatos de Recolección de la Información por Estación

### Anexo B.1. Estación de Dispensado

Estación	Dispensado
Área:	Almacén de MP de Líquidos
Descripción General del Área:	La estación de dispensado consiste en el pesaje y dispensación de todos los extractos que serán utilizados durante el proceso de fabricación del jarabe. El área se encuentra en el segundo piso, y cuenta con 5 estantes distribuidos en el espacio, en los cuales se almacenan los distintos extractos en carboyas. El área cuenta también con un espacio de dispensado, un espacio para el lavado y sanitizado de cada una de las carboyas, y acceso a un ascensor para movilizar la materia prima.
Operador:	Yosmar Sánchez
Condiciones del Ambiente:	El área posee temperatura controlada entre 16 y 17 °C
Equipos Utilizados	Balanzas (2) *Balanza #1: Marca OHAUS. Model T319. *Balanza #2: Marca OHAUS. Model FD6. (Max= 6 Kg., Min=0,04 Kg.)
Procedimiento:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Entrega de Orden de Producción por parte del Dpto. De Planificación de la Producción</li> <li>Llenado de las ordenes de producción y de las planillas de dispensación que forman parte del registro del lote. En este momento el operador determina los lotes que se utilizarán</li> <li>Búsqueda de las carboyas a utilizar en el almacén de recepción.</li> <li>Limpieza y sanitización de las carboyas en el área destinada para ello.</li> <li>Identificar cada carboya que se va a utilizar, con el número del lote de la materia prima, código, el peso bruto, el peso de la tara y el peso neto.</li> <li>Búsqueda de los extractos en el almacén de materia prima.</li> <li>Se coloca la carboya vacía en la balanza, y a través de un embudo y una jarra de 4 Lts se llena la misma</li> <li>Se devuelve al almacén de materia prima los extractos restantes, mientras que la carboya llena se coloca en una paleta hasta que otro operario la busca.</li> <li>El operador baja al almacén de recepción en donde se encuentran almacenadas los tobos de miel.</li> <li>El operador coloca 3 tobos (uno encima de otro) para ir pesando los mismos hasta llegar a la cantidad requerida (12 tobos en total)</li> <li>Los tobos ya pesados son colocados en una paleta en la espera de su utilización.</li> </ol>

## Anexo B.2. Estación de Fabricado

Estación:	Fabricado		
Área:	Fabricación de Líquidos		
Descripción General del Área:	En la estación de fabricación se lleva a cabo la mezcla de los extractos para la fabricación del jarabe. El área cuenta con un tanque en el que se vierten los extractos y se hacen mezclar hasta obtener una consistencia homogénea. Para luego trasvasar el jarabe desde el tanque mezclador, hasta el tanque #2 ubicado en el área de envasado.		
Operador:	Jonnathan Rondón		
Condiciones del Ambiente:	El área posee temperatura controlada de 21°C		
Equipos Utilizados:	<p>*Tanque Mezclador de 8 aspas con una capacidad de 270 Lts</p> <p>*Motor Agitador que puede girar hasta a 60 rpm</p> <p>*Bomba de Tránsito: Ampco ZPI series, Modelo ZPI-30</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rango: 0-600 rpm</td> <td style="width: 50%;">Presión Max 200 psi</td> </tr> </table>	Rango: 0-600 rpm	Presión Max 200 psi
Rango: 0-600 rpm	Presión Max 200 psi		
Procedimiento:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El operador llena el registro del lote que se va a fabricar.</li> <li>2. Se inicia la limpieza del área. El operador debe limpiar y enjuagar el tanque de fabricación, las herramientas utilizadas, pisos y paredes, para que no quede ningún residuo del jarabe anterior.</li> <li>3. La inspectora de control de calidad que se encuentre de turno realiza una inspección en el área para certificar la limpieza y dar aprobación para su uso.</li> <li>4. El operador sube al almacén de materia prima y coloca las carboyas del lote a fabricar en el ascensor, una vez abajo, coloca uno a uno los tobos de miel y carboyas en un móvil, mientras el supervisor del almacén inspecciona la materia prima dispensada.</li> <li>5. Se transporta el móvil al área de fabricación de líquidos.</li> <li>6. El operador coloca todas las carboyas y tobos de miel dentro del área, se coloca los implementos de seguridad e higiene como guantes y tapa bocas, y enciende el tanque mezclador.</li> <li>7. El operador vierte todos los extractos en el tanque, de forma manual, y alzado cada uno de los contenedores. Para el caso de la miel, utiliza una espátula que le permite "raspar" el tobo.</li> <li>8. El operador se dirige al Dpto. de Control de Calidad en la búsqueda del recipiente de muestra.</li> <li>9. Ya con el recipiente, se extrae una muestra de aproximadamente 50ml de jarabe. Para ello el operador abre una llave ubicada en la parte inferior del tanque y deja pasar la cantidad de líquido necesaria.</li> <li>10. El operador sale del área y se dispone a añadir la información pertinente al proceso de fabricación y la muestra extraída, en el registro de lote.</li> <li>11. Se traslada la muestra extraída al departamento de control de calidad, en donde será analizada (mientras la mezcla sigue agitándose).</li> <li>12. Una vez aprobada la muestra, el operador apaga el tanque mezclador y lo conecta, por medio de mangueras, a la bomba de tránsito y esta a su vez con el tanque #2.</li> <li>13. Se enciende la bomba y se inicia el tránsito del jarabe al tanque #2.</li> </ol>		

### Anexo B.3. Estación de Envasado

Estación:	Envasado
Área:	Envasado
Descripción General del Área:	La estación de envasado consiste en el llenado y tapado de frascos petambor de 120 ml. En el área se encuentra el tanque #2, mencionado anteriormente, en el cual se almacena el jarabe proveniente del tanque mezclador, y el tanque #3 en el que se coloca el jarabe que será utilizado para el llenado. Este último tanque posee en la parte inferior un manifold de 4 salidas, a través de las cuales por medio de cuatro mangueras respectivamente, el jarabe descenderá por gravedad. El llenado y tapado de los frascos es realizado por dos máquinas, ambas conectadas por medio de una banda transportadora. Al otro lado de la banda, un operador recibe los frascos para su inspección y posterior almacenamiento en cestas. En el área se realizan 2077 unidades de jarabe Jengibre Miel.
Operadores:	Jose Vibria y Oscar Criollo
Condiciones del Ambiente:	El área posee temperatura controlada de 21°C
Equipos Utilizados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Tanque #2 con una capacidad de 270 Lts.</li> <li>*Tanque #3 con una capacidad de 270 Lts.</li> <li>*Banda Transportadora: marca MAPACO.</li> <li>*Llenadora: marca ACASI, Modelo PI-3100 con una capacidad máxima de 12 ptos.</li> <li>*Tapadora: marca Repovenca, Modelo C.A-7000</li> <li>*Tolva de acero inoxidable con una capacidad para 3000 tapas</li> </ul>
Procedimiento:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se inicia la limpieza del área. El operador debe limpiar y enjuagar el tanque #3, las máquinas, pisos y paredes, para que no quede ningún residuo del jarabe anterior.</li> <li>2. El operador se traslada al almacén de material de empaque en proceso, en donde coloca en un móvil los 19 paquetes correspondientes a los frascos, y las tapas doradas.</li> <li>3. Luego los traslada al área de envasado y los coloca dentro del área.</li> <li>4. Se vierten las tapas en la tolva.</li> <li>5. El operador procede a abrir los 19 paquetes de frascos y a encender las máquinas.</li> <li>6. Se realiza la decantación de las mangueras que conectan el tanque #3 con los picos de llenado, con la finalidad de eliminar cualquier residuo de agua o jabón que aun se encuentre en ellas. De acuerdo a la experiencia del operador, se realizan entre 12 y 16 golpes de máquina.</li> <li>7. Luego se inicia el proceso, en el que el operador va cobrando de 4 en 4 frascos en la banda transportadora.</li> <li>8. La banda hace mover los frascos hasta los picos de llenado, los cuales por medio de sensores, se activan y llenan los mismos.</li> <li>9. Una vez llenos, la banda traslada los frascos a la máquina tapadora.</li> <li>10. En la distancia en la que los frascos son transportados a la máquina tapadora, el operador realiza una medición de volumen, en la que extrae 4 frascos de la banda y los vierten en 4 probetas graduadas para medir el volumen, luego el jarabe es depositado nuevamente en los frascos y colocado en la banda.</li> <li>11. Los frascos son tapados por la máquina tapadora, la cual introduce la tapa a presión, para que luego 6 discos realicen el tapado a la misma.</li> <li>12. Los frascos son trasladados al área de recepción en donde son recibidos por otro operador.</li> <li>13. Se realiza una breve inspección a los frascos en la que el operador busca defectos en el frasco, suciedad o densidades de jarabe, mal tapado o rotura del precinto de seguridad.</li> <li>14. El operador almacena los frascos en cestas de 154 unidades, distribuidas en 2 pisos.</li> </ol>

#### Anexo B.4. Estación de Codificado

Estación:	Codificado
Área:	Empaque
Descripción General del Área:	La codificación consiste en la impresión de información como: el número del lote del producto, la fecha de fabricación, la fecha de vencimiento, el precio de venta (PMVP) y la fecha de la codificación. La misma es realizada por una máquina especializada para ello, la cual cuenta con una banda transportadora que hace pasar los jarabes a través de un cabezal que realiza la impresión en la tapa del jarabe.
Operadores:	Antonio López y Josue
Condiciones del Ambiente:	El área posee temperatura controlada de 22 y 24 °C y buena iluminación.
Equipos Utilizados:	Máquina VideoJet, modelo CV-001. Con una capacidad de 120 uni/min.
Procedimiento:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1, Los operadores buscan las cestas de jarabes, ubicadas en el área de envasado, para ello utilizan un móvil que facilita su manejo. (Los operadores se llevan la cantidad de cestas que esten completas)</li> <li>2. El operador configura la máquina colocando los datos de impresión, además debe modificar la altura del cabezal, para que este realice la impresión en la tapa del frasco.</li> <li>3. El operador debe llenar algunos aspectos relacionados al proceso de codificación del producto en el registro del lote.</li> <li>4. Se obtiene una muestra de la impresión en la tapa de uno de los frascos.</li> <li>5. El operador busca a la inspectora de control de calidad de turno, para que esta se dirija al área.</li> <li>6. La inspectora se dirige al área, y certifica que los datos de la impresión estén correctos y visibles.</li> <li>7. Una vez aprobado, el operador inicia el proceso haciendo pasar los frascos (de 4 en 4 según la experiencia del mismo) por la banda para su codificación</li> <li>8. El segundo operador los recibe, y almacena en cestas.</li> </ol>

## Anexo B.5. Estación de Etiquetado

Estación:	Etiquetado	
Área:	Empaque	
Descripción General del Área:	En esta estación se realiza el etiquetado de cada unidad de jarabe. Este procedimiento es efectuado manualmente por operadoras, en un espacio dispuesto con 4 mesones amplios.	
Operadores:	*Isaura	*Angela
	*Leidimar	*Neida
	*Roxana	*Ana
Condiciones del Ambiente:	El área posee temperatura controlada de 22 y 24 °C y buena iluminación.	
Equipos Utilizados:		
Procedimiento:	1. El supervisor de turno realiza el llenado del registro del lote del producto a etiquetar.	
	2. Se etiquetan 3 unidades como muestras de retención.	
	3. Las 3 muestras son llevadas a la estación de embalado, en donde son colocadas en la máquina de termoencogido para empaquetarlas.	
	4. Las muestras son llevadas al departamento de control de calidad en donde inspeccionan el etiquetado y empaquetado de los frascos para dar aprobación.	
	5. Una vez aprobado, las operadoras inician el etiquetado, para ello toman una etiqueta la despegan del papel adhesivo y las colocan en el frasco de jarabe. La experiencia es un factor importante ya que el etiquetado debe ser perfecto.	
	6. Los frascos son almacenados en cestas de 154 unidades.	

## Anexo B.6. Estación de Embalado

Estación:	Embalado
Área:	Empaque
Descripción General del Área:	En esta estación se realiza el etiquetado de cada unidad de jarabe. Este procedimiento es efectuado manualmente por operadoras, en un espacio dispuesto con 4 mesones amplios.
Operadores:	Victor Isturiz y Alberto Sanchez
Condiciones del Ambiente:	El área posee temperaturas entre 22 y 24 °C. Sin embargo por el calor expulsado por las máquinas el área es un poco calurosa.
Equipos Utilizados:	*Máquinas termoencogedoras semiautomaticas (2) Marca Sinipack Modelo 3560
Procedimiento:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El operador coloca 12 unidades de jarabes en forma ordenada, dentro de la película termoencogible</li> <li>2. El operador hace accionar la máquina termoencogedora.</li> <li>3. El paquete es colocado en una mesa ubicada al lado izquierdo de la máquina para su inspección.</li> <li>4. El inspector de producto terminado de turno certifica que el paquete no posee suciedades ni derrames de jarabe, además de que el número de los lotes y etiquetas son iguales y corresponden al producto fabricado.</li> <li>5. El paquete previamente inspeccionado es colocado en una caja de cartón.</li> </ol>

## ANEXO C. Calificación de Tolerancias.

### Anexo C.1. Calificación de Tolerancias para la Estación de Dispensado

ELEMENTOS	Identificación de Carboyas	Búsqueda de Extractos	Lenado de Carboyas	Depósito de Líquido	Búsqueda de Miel	Pesaje de la Miel
<b>HOLGURAS CONSTANTES</b>						
Holgura Personal	5	5	5	5	5	5
Holgura por Fatiga Básica	4	4	4	4	4	4
<b>HOLGURAS VARIABLES</b>						
Holgura por estar parado	0	0	0	0	0	0
Holgura por posición anormal	0	0	0	0	0	0
Uso de Fuerza	0	7	0	0	0	17
Mala Iluminación	0	0	0	0	0	0
Condiciones Atmosféricas	0	0	0	0	0	0
Atención Cercana	0	0	0	0	0	0
Nivel de Ruido	0	0	0	0	0	0
Esfuerzo Mental	0	0	0	0	0	0
Monotonía	0	0	0	0	0	0
Tedio	0	0	0	0	0	0
TOTAL (%)	9	16	9	9	9	26

### Anexo C.2. Calificación de Tolerancias para la Estación de Fabricado

ELEMENTOS	Vertido Extractos	Extracción Muestra	Aprobación Muestra	Conexión Traslase
<b>HOLGURAS CONSTANTES</b>				
Holgura Personal	5	5	5	5
Holgura por Fatiga Básica	4	4	4	4
<b>HOLGURAS VARIABLES</b>				
Holgura por estar parado	2	0	0	0
Holgura por posición anormal	0	0	0	0
Uso de Fuerza	17	0	0	0
Mala Iluminación	0	0	0	0
Condiciones Atmosféricas	0	0	0	0
Atención Cercana	0	0	0	0
Nivel de Ruido	0	0	0	0
Esfuerzo Mental	0	0	0	0
Monotonía	0	0	0	0
Tedio	0	0	0	0
TOTAL (%)	28	9	9	9

### Anexo C.3. Calificación de Tolerancias para la Estación de Envasado

ELEMENTOS	Colocado Frascos	Llenado	Transporte	Tapado	Recepción	Muestras de Volumen
<b>HOLGURAS CONSTANTES</b>						
Holgura Personal	5	-	-	-	5	5
Holgura por Fatiga Básica	4	-	-	-	4	4
<b>HOLGURAS VARIABLES</b>						
Holgura por estar parado	2	-	-	-	0	0
Holgura por posición anormal	0	-	-	-	0	0
Uso de Fuerza	0	-	-	-	17	0
Mala Iluminación	0	-	-	-	0	0
Condiciones Atmosféricas	0	-	-	-	0	0
Atención Cercana	0	-	-	-	0	0
Nivel de Ruido	0	-	-	-	0	0
Esfuerzo Mental	0	-	-	-	0	0
Monotonía	0	-	-	-	0	0
Tedio	2	-	-	-	0	0
TOTAL (%)	13	0	0	0	26	9

### Anexo C.4. Calificación de Tolerancias para la Estación de Codificado

ELEMENTOS	Codificado	Almacenado
<b>HOLGURAS CONSTANTES</b>		
Holgura Personal	-	5
Holgura por Fatiga Básica	-	4
<b>HOLGURAS VARIABLES</b>		
Holgura por estar parado	-	0
Holgura por posición anormal	-	0
Uso de Fuerza	-	0
Mala Iluminación	-	0
Condiciones Atmosféricas	-	0
Atención Cercana	-	0
Nivel de Ruido	-	0
Esfuerzo Mental	-	0
Monotonía	-	0
Tedio	-	2
TOTAL (%)	0	11

**Anexo C.5. Calificación de Tolerancias para la Estación de Etiquetado**

ELEMENTOS	Etiquetado	Almacenado
<b>HOLGURAS CONSTANTES</b>		
Holgura Personal	5	5
Holgura por Fatiga Básica	4	4
<b>HOLGURAS VARIABLES</b>		
Holgura por estar parado	0	0
Holgura por posición anormal	0	0
Uso de Fuerza	0	0
Mala Iluminación	0	0
Condiciones Atmosféricas	0	0
Atención Cercana	2	0
Nivel de Ruido	0	0
Esfuerzo Mental	0	0
Monotonía	0	0
Tedio	2	0
<b>TOTAL (%)</b>	<b>13</b>	<b>9</b>

**Anexo C.6. Calificación de Tolerancias para la Estación de Embalado**

ELEMENTOS	Colocación en Mesa	Termoencogido	Apilado	Embalado
<b>HOLGURAS CONSTANTES</b>				
Holgura Personal	5	-	5	5
Holgura por Fatiga Básica	4	-	4	4
<b>HOLGURAS VARIABLES</b>				
Holgura por estar parado	2	-	2	2
Holgura por posición anormal	0	-	0	0
Uso de Fuerza	0	-	0	0
Mala Iluminación	0	-	0	0
Condiciones Atmosféricas	0	-	0	0
Atención Cercana	0	-	0	0
Nivel de Ruido	0	-	0	0
Esfuerzo Mental	0	-	0	0
Monotonía	0	-	0	0
Tedio	0	-	0	0
<b>TOTAL (%)</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

## ANEXO D. Encuestas Aplicadas para Técnica de Grupo Nominal

### Anexo.D.1. Encuestas aplicadas a los trabajadores.

Área Gerencia de producción

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga			X		
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión			X		
Falta de Capacitación				X	
Mala Planificación		X			
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades		X			
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas				X	
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo			X		
Defectos de Calidad	X				
Reprocesamientos.					X

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Área Supervisor de Producción

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga				X	
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión					X
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación	X		X		
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades		X	X		
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.		X			
Capacidad de las Maquinas		X		X	
Ajustes				X	X
Falta de Mantenimiento Preventivo				X	
Defectos de Calidad		X			
Reprocesamientos.			X		

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Área DISPENSADO

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga					X
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión			X		
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación		X			
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades			X		
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas				X	
Ajustes				X	X
Falta de Mantenimiento Preventivo				X	
Defectos de Calidad				X	
Reprocesamientos.					X

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Área FABRICACIÓN

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga	X				
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión			X		
Falta de Capacitación				X	
Mala Planificación		X			
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades			X		
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas	X				
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo				X	
Defectos de Calidad			X		
Reprocesamientos.		X			

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Área Emvasado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga		X			
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión				X	
Falta de Capacitación				X	
Mala Planificación		X			
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades				X	
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas	X				
Ajustes				X	
Falta de Mantenimiento Preventivo			X		
Defectos de Calidad	X				
Reprocesamientos.					X

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Área Emvasado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga		X			
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión		X			
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación				X	
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades				X	
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.		X			
Capacidad de las Maquinas		X			
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo			X		
Defectos de Calidad		X			
Reprocesamientos.			X		

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area MODIFICADO

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga				X	
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión			X		
Falta de Capacitación				X	
Mala Planificación			X		
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades		X			
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas	X				
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo					X
Defectos de Calidad			X		
Reprocesamientos.				X	

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Codificado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga			✓		
Falta de Motivación					✓
Falta de Supervisión				✓	
Falta de Capacitación					✓
Mala Planificación				✓	
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades				✓	
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	✓				
Capacidad de las Maquinas				✓	
Ajustes					✓
Falta de Mantenimiento Preventivo					✓
Defectos de Calidad			✓		
Reprocesamientos.		✓			

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area ETIQUETADO

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga					X
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión				X	
Falta de Capacitación				X	
Mala Planificación			X		
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades				X	
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas			X		
Ajustes				X	
Falta de Mantenimiento Preventivo					X
Defectos de Calidad			X		
Reprocesamientos.			X		

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Etiquetado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga					X
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión					X
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación			X		
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades					X
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas		X			
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo				X	
Defectos de Calidad		X			
Reprocesamientos.		X			

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Etiquetado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga				X	
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión					X
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación			X		
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades					X
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas		X			
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo			X		
Defectos de Calidad				X	
Reprocesamientos.					X

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Etiquetado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga			X		
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión			X		
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación					X
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades					X
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.		X			
Capacidad de las Maquinas	X				
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo					X
Defectos de Calidad					X
Reprocesamientos.		X			

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Etiquetado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga					X
Falta de Motivación			X		
Falta de Supervisión			X		
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación				X	
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades					X
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas				X	
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo			X		
Defectos de Calidad				X	
Reprocesamientos.				X	

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Etiquetado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga					X
Falta de Motivación					X
Falta de Supervisión		X			
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación				X	
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades				X	
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.		X			
Capacidad de las Maquinas	X				
Ajustes				X	
Falta de Mantenimiento Preventivo				X	
Defectos de Calidad				X	
Reprocesamientos.					X

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Embalado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga		X			
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión					X
Falta de Capacitación					X
Mala Planificación					X
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades				X	
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.	X				
Capacidad de las Maquinas			X		
Ajustes					X
Falta de Mantenimiento Preventivo			X		X
Defectos de Calidad				X	X
Reprocesamientos.		X			

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

Area Embalado

FACTORES	10	8	6	4	2
Fatiga			X		
Falta de Motivación				X	
Falta de Supervisión					X
Falta de Capacitación				X	
Mala Planificación					X
Falta de Definición de Operaciones y Responsabilidades			X		
Diferencias en las capacidades de producción de cada estación.			X		
Capacidad de las Maquinas	X				
Ajustes				X	
Falta de Mantenimiento Preventivo				X	
Defectos de Calidad				X	
Reprocesamientos.			X		

Marque con una equis (X) la casilla que usted considere, siendo 10 más influyente y 2 menos influyentes.

**Anexo D.2.** Resultado de las ponderaciones de la Técnica de Grupo Nominal.

CAUSA	GP	S	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	OP11	OP12	OP13	OP14	TOTAL
1	6	4	2	10	8	8	4	6	2	2	2	4	6	4	6	8	82
2	2	2	4	2	2	4	4	2	6	2	4	4	2	4	4	4	52
3	6	2	6	6	4	8	6	4	6	8	2	2	6	4	2	2	74
4	4	2	2	4	4	2	4	2	2	2	4	2	2	4	4	2	46
5	8	10	8	6	8	4	6	4	4	8	6	8	8	6	4	4	102
6	8	6	6	6	4	4	8	4	2	4	4	2	2	4	6	4	74
7	10	8	10	10	10	8	10	10	10	8	10	10	8	10	6	10	148
8	4	8	4	10	10	8	10	4	4	8	6	6	10	8	10	6	116
9	2	2	4	2	4	2	2	2	2	4	4	2	2	2	4	2	42
10	6	4	4	2	8	6	2	2	6	4	2	6	2	4	4	6	68
11	10	8	4	6	10	10	6	8	4	6	6	8	6	8	4	6	110
12	8	6	6	10	8	6	10	8	4	2	6	8	10	8	6	8	114
																	1028

En donde cada una de las siglas significa lo siguiente:

GP: Gerente de Producción

S: Supervisor de la Línea

OP1: Operador de la estación de dispensado

OP2: Operador de la estación de fabricado

OP3: Operador 1 de la estación de envasado

OP4: Operador 2 de la estación de envasado

OP5: Operador 1 de la estación de codificado

OP6: Operador 2 de la estación de codificado

OP7: Operadora 1 de la estación de etiquetado

OP8: Operadora 2 de la estación de etiquetado

OP9: Operadora 3 de la estación de etiquetado

OP10: Operadora 4 de la estación de etiquetado

OP11: Operadora 5 de la estación de etiquetado

OP12: Operadora 6 de la estación de etiquetado

OP13: Operador 1 de la estación de embalado

OP14: Operador 2 de la estación de embalado

## ANEXO E. Número de Ciclos a Estudiar.

### Anexo E.1. Ciclos de la Estación de Dispensado.

Estación: Dispensado		Elementos						Resumen (s/ciclo)
Unidad de tiempo: Segundos		Identificación de Carboyas	Búsqueda de Extractos	Llenado de Carboyas	Depósito de Líquido	Búsqueda de Miel	Pesaje de la Miel	
1	87,14	23,17	358,96	7,89	101,54	418,96	997,66	
2	97,84	23,48	432,60	8,55	100,34	454,98	1117,79	
3	103,84	25,36	340,94	8,50	99,32	438,54	1016,50	
4	102,83	26,03	360,94	7,65	96,76	419,35	1013,56	
5	104,30	25,66	339,57	8,50	96,33	445,54	1019,90	
6	96	28,57	493,47	6,94	103,22	458,49	1186,69	
7	83,21	24,84	498,5	7,5	109,31	383,6	1106,96	
8	106,97	23,41	490,84	6,94	96,86	466,37	1191,39	
9	94,19	25,84	342,16	7,4	97,38	454,28	1021,25	
10	111,01	22,6	388,62	7,63	96,37	366,82	993,05	
11	80,21	26	466,81	8,87	96,65	490,99	1169,53	
12	88,92	25,79	423,13	7,82	102,89	386,8	1035,35	
13	97,75	23,91	381,82	7,49	107,32	413,68	1031,97	
14	115,06	26,16	400,37	8,07	108,96	320,85	979,47	
15	97,22	23,63	377,75	7,91	96,54	346,18	949,23	
16	82,48	23,9	414,41	7,16	104,63	354,88	987,46	
17	93,32	68,25	463,86	9,87	98,78	352,68	1086,76	
18	80,41	23,97	496,07	7,15	102,13	342,75	1052,48	
19	103,15	23,14	379,47	7,43	101,93	383,5	998,62	
20	108,13	77,12	456,68	8,4	95,87	342,13	1088,33	
Promedio	96,70	29,54	415,35	7,88	100,66	402,07	1052,20	
2060,18		4215,37	59840,41	10,13	358,90	48348,23		
Desviación	10,41	14,90	56,12	0,73	4,35	50,44	136,95	

Promedio	1052,20
Desviación	136,95
Estadístico <i>t</i>	1,729
Error	0,05
N	20,26

LI	815,41
LS	1288,98

## Anexo E.2. Ciclos de la Estación de Fabricado.

Estación: Fabricado  
 Unidad de tiempo: Segundos

CICLOS	Elementos				Resumen (s/ciclo)
	Vertido Extractos	Extracción Muestra	Aprobación Muestra	Conexión Trasvase	
1	1695,01	221,90	370,70	622,12	2909,73
2	1352,02	150,94	627,50	627,69	2758,15
3	1347,37	186,10	427,63	615,23	2576,33
4	1710,19	170,19	380,80	621,52	2882,70
5	1331,44	253,84	623,24	619,3	2827,82
6	1319,44	200,47	505,28	627,40	2652,59
7	1551,5	240,72	538,45	634,78	2965,45
8	1300	218,53	374,06	627,38	2519,97
9	1423,91	196,9	375,23	627,41	2623,45
10	1465,16	198,53	543,87	627,72	2835,28
11	1055,21	197,22	616,25	656,47	2525,15
12	876,59	237,05	529,87	639,68	2283,19
13	1564,63	175,96	565,73	645,3	2951,62
14	1338,96	215,21	614,62	632,26	2801,05
15	1498,97	209,41	424,62	615,62	2748,62
16	1360,24	251,04	593,55	625,85	2830,68
17	1335,35	237,75	633,71	613,58	2820,39
18	1254,63	195,35	596,47	647,25	2693,70
19	1673,1	212,87	656,47	659,68	3202,12
20	1334,3	218,64	519,44	647,23	2719,61
Promedio	1389,40	209,43	525,87	631,67	2756,38
	774289,28	13944,78	187422,20	3466,87	
Desviación	201,87	27,09	99,32	13,51	341,79

Promedio	2756,38
Desviación	341,79
Estadístico <i>t</i>	1,729
Error	0,05
N	18,39

LI	2165,43
LS	3347,33

### Anexo E.3. Ciclos de la Estación de Envasado.

Estación: Envasado  
 Unidad de tiempo: Segundos

CICLOS	Elementos						Resumen (s/ciclo)
	Colocado Frascos	Llenado	Transporte	Tapado	Recepción	Muestras de Volumen	
1	1,34	2,34	2,50	2,21	2,62	93,03	104,04
2	0,91	2,34	2,60	2,03	2,66	96,09	106,63
3	1,28	2,29	2,62	2,17	2,59	99,91	110,86
4	0,97	2,40	2,69	2,12	2,19	98,69	109,06
5	1,19	2,25	2,78	2,21	2,43	112,44	123,30
6	0,88	2,28	2,53	2,09	2,47	112,75	123,00
7	0,85	2,22	2,81	2,21	2,25	105,26	115,60
8	0,92	2,38	2,51	2,09	2,79	108,81	119,50
9	1,40	2,31	2,96	2,03	2,63	95,62	106,95
10	1,53	2,37	2,93	2,19	2,63	112,87	124,52
Promedio	1,13	2,32	2,69	2,14	2,53	103,55	114,35
Desviación	0,56	0,03	0,26	0,05	0,32	547,20	8,54

Promedio	114,35
Desviación	8,54
Estadístico <i>t</i>	1,833
Error	0,05
N	7,49

LI	98,70
LS	130,00

**Anexo E.4. Ciclos de la Estación de Codificado.**

Estación: Codificado

Unidad de tiempo: Segundo

CICLOS	Elementos		Resumen (s/ciclo)
	Codificado	Almacenado	
1	4,23	1,25	5,48
2	4,16	1,35	5,51
3	4,22	1,12	5,34
4	4,25	1,35	5,60
5	4,18	1,22	5,40
6	4,22	1,06	5,28
7	4,2	1,90	6,10
8	4,21	1,80	6,01
9	4,22	1,60	5,82
10	4,26	1,55	5,81
Promedio	4,22	1,42	5,64
	0,01	0,72	
Desviación	0,03	0,28	0,31

Promedio	5,64
Desviación	0,31
Estadístico <i>t</i>	1,833
Error	0,05
N	4,15

LI	5,06
LS	6,21

**Anexo E.5.** Ciclos de la Estación de Etiquetado.

Estación: Etiquetado

Unidad de tiempo: Segundo

CICLOS	Elementos		Resumen (s/ciclo)
	Etiquetado	Almacenado	
1	12,25	1,03	13,28
2	13,25	1,06	14,31
3	12,29	0,89	13,18
4	12,16	1,09	13,25
5	8,92	0,96	9,88
6	8,90	1,12	10,02
7	14,28	1,09	15,37
8	11,50	1,07	12,57
9	11,22	1,18	12,40
10	11,70	1,16	12,86
Promedio	11,65	1,07	12,71
	25,73	0,07	
Desviación	1,69	0,09	1,78

Promedio	12,71
Desviación	1,78
Estadístico <i>t</i>	1,833
Error	0,05
N	26,31

LI	9,45
LS	15,97

## Anexo E.6. Ciclos de la Estación de Embalado.

Estación: Embalado  
 Unidad de tiempo: Segundos

CICLOS	Elementos				Resumen (s/ciclo)
	Colocación en Mesa	Termoencogido	Apilado	Embalado	
1	23,19	5,00	1,72	5,28	21,19
2	23,87	4,94	1,53	5,97	23,87
3	23,07	4,93	1,28	5,75	23,07
4	25,40	5,22	1,34	5,25	25,40
5	23,50	5,32	1,31	5,53	23,50
6	27,26	4,97	1,87	5,63	28,26
7	25,32	5,97	2,19	6,45	25,32
8	25,28	4,87	1,50	7,98	25,28
9	22,28	5,87	1,66	6,35	22,28
10	23,09	4,97	1,87	5,82	21,09
Promedio	24,23	5,21	1,63	6,00	37,06
	21,03	1,45	0,77	5,78	
Desviación	1,53	0,40	0,29	0,80	3,02

Promedio	37,06
Desviación	3,02
Estadístico <i>t</i>	1,833
Error	0,05
N	8,95

LI	31,52
LS	42,60

## ANEXO F. Calificación de Desempeño

### Anexo F.1. Calificación de la Estación de Dispensado.

Elemento	Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción	TOTAL CV
Identificación de Carboyas	Habilidad	A2	0,13	EXTREMA	1,3
	Esfuerzo	B1	0,1	EXCELENTE	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Búsqueda de Extractos	Habilidad	B2	0,08	EXCELENTE	1,27
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Llenado de Carboyas	Habilidad	B1	0,11	EXCELENTE	1,26
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C4	0	REGULARES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Depósito de Líquido	Habilidad	B1	0,11	EXCELENTE	1,28
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C3	0,02	BUENAS	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Búsqueda de Miel	Habilidad	A2	0,13	EXTREMA	1,26
	Esfuerzo	B2	0,08	EXCELENTE	
	Condiciones	C3	0,02	BUENAS	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Pesaje de la Miel	Habilidad	B2	0,08	EXCELENTE	1,25
	Esfuerzo	B1	0,1	EXCELENTE	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	

**Anexo F.2. Calificación de la Estación de Fabricado.**

Elemento	Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción	TOTAL CV
Vertido Extractos	Habilidad	A1	0,15	EXTREMA	1,28
	Esfuerzo	A1	0,13	EXCESIVO	
	Condiciones	C5	-0,03	ACEPTABLES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Extracción Muestra	Habilidad	A1	0,15	EXTREMA	1,32
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C3	0,02	BUENAS	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Aprobación Muestra	Habilidad	A1	0,15	EXTREMA	1,27
	Esfuerzo	C1	0,05	BUENO	
	Condiciones	C1	0,06	IDEALES	
	Consistencia	C3	0,01	BUENA	
Conexión Trasvase	Habilidad	A1	0,15	EXTREMA	1,35
	Esfuerzo	A1	0,13	EXCESIVO	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	

**Anexo F.3. Calificación de la Estación de Envasado.**

Elemento	Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción	TOTAL CV
Colocado Frascos	Habilidad	A2	0,13	EXTREMA	1,28
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C4	0	REGULARES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Recepción	Habilidad	B2	0,08	EXCELENTE	1,16
	Esfuerzo	B2	0,08	EXCELENTE	
	Condiciones	C5	-0,03	ACEPTABLES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Muestras de Volumen	Habilidad	B2	0,08	EXCELENTE	1,13
	Esfuerzo	D	0	REGULAR	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C3	0,01	BUENA	

**Anexo F.4. Calificación de la Estación de Codificado.**

Elemento	Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción	TOTAL CV
Almacenado	Habilidad	A1	0,15	EXTREMA	1,34
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	

**Anexo F.5. Calificación de la Estación de Etiquetado.**

Elemento	Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción	TOTAL CV
Etiquetado	Habilidad	B2	0,08	EXCELENTE	1,25
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C2	0,04	EXCELENTES	
	Consistencia	C3	0,01	BUENA	
Almacenado	Habilidad	A1	0,15	EXTREMA	1,31
	Esfuerzo	A1	0,13	EXCESIVO	
	Condiciones	C3	0,02	BUENAS	
	Consistencia	C3	0,01	BUENA	

**Anexo F.6. Calificación de la Estación de Embalado.**

Elemento	Factor de Desempeño	Símbolo	Puntaje	Descripción	TOTAL CV
Colocación en Mesa	Habilidad	B1	0,11	EXCELENTE	1,26
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C4	0	REGULARES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Apilado	Habilidad	B1	0,11	EXCELENTE	1,26
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C4	0	REGULARES	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	
Embalado	Habilidad	A2	0,13	EXTREMA	1,30
	Esfuerzo	A2	0,12	EXCESIVO	
	Condiciones	C3	0,02	BUENAS	
	Consistencia	C2	0,03	EXCELENTE	

## ANEXO G. Estudio de Tiempos.

### Anexo G.1. Estudio de Tiempo de la Estación de Dispensado.

Nombre del Operador	Yosmar Sánchez				¿Buena Calidad?	√
Tiempo en el Trabajo:	2 años				¿Seguridad revisada?	√
Estación:	Dispensado				¿Preparación adecuada?	√
Especificaciones del Material: 4 Carboyas de extractos fluidos concentrados y 12 Cuñetes de Miel de Abeja						
Lecturas	Identificación de Carboyas	Búsqueda de Extractos	Llenado de Carboyas	Depósito de Líquido	Búsqueda de Miel	Pesaje de la Miel
1	87,14	23,17	358,96	7,89	101,54	418,96
2	97,84	23,48	432,60	8,55	100,34	454,98
3	103,84	25,36	340,94	8,50	99,32	438,54
4	102,83	26,03	360,94	7,65	96,76	419,35
5	104,30	25,66	339,57	8,50	96,33	445,54
6	96,00	28,57	493,47	6,94	103,22	458,49
7	83,21	24,84	498,5	7,5	109,31	383,6
8	106,97	23,41	490,84	6,94	96,86	466,37
9	94,19	25,84	342,16	7,4	97,38	454,28
10	111,01	22,6	388,62	7,63	96,37	366,82
11	80,21	26	466,81	8,87	96,65	490,99
12	88,92	25,79	423,13	7,82	102,89	386,8
13	97,75	23,91	381,82	7,49	107,32	413,68
14	115,06	26,16	400,37	8,07	108,96	320,85
15	97,22	23,63	377,75	7,91	96,54	346,18
16	82,48	23,9	414,41	7,16	104,63	354,88
17	93,32	26,85	463,86	9,87	98,78	352,68
18	80,41	23,97	496,07	7,15	102,13	342,75
19	103,15	23,14	379,47	7,43	101,93	383,5
20	108,13	21,14	456,68	8,4	95,87	342,13
Tiempo Promedio	96,70	24,67	415,35	7,88	100,66	402,07
Calificación Desempeño	1,3	1,27	1,26	1,28	1,26	1,25
Tiempo Normal	125,71	31,33	523,34	10,09	126,83	502,59
Frecuencia	4	4	1	4	1	1
Tiempo Unitario	502,83	125,34	523,34	40,36	126,83	502,59
Holgura	0,09	0,16	0,09	0,09	0,09	0,26
Tiempo Estándar	548,09	145,39	570,44	44,00	138,24	633,26

Analista: Luisana Fernandez C.

Tiempo del Ciclo	1047,33	segundos
Tiempo Normal del ciclo	1821,29	segundos
Tiempo Estándar	2079,42	segundos

**Anexo G.2. Estudio de Tiempo de la Estación de Fabricado.**

Nombre del Operador	Jonathon Rondón				¿Buena Calidad?	√
Tiempo en el Trabajo:	4 años				¿Seguridad revisada?	√
Estación:	Fabricado				¿Preparación adecuada?	√
Especificaciones del Material: 4 Carboyas de extractos fluidos concentrados y 12 Cuñetes de Miel de Abeja						
Lecturas	Vertido Extractos	Extracción Muestra	Aprobación Muestra	Conexión Traslase		
1	1695,01	221,90	370,70	622,12		
2	1352,02	150,94	627,50	627,69		
3	1347,37	186,10	427,63	615,23		
4	1710,19	170,19	380,80	621,52		
5	1331,44	253,84	623,24	619,3		
6	1319,44	200,47	505,28	627,40		
7	1551,5	240,72	538,45	634,78		
8	1300	218,53	374,06	627,38		
9	1423,91	196,9	375,23	627,41		
10	1465,16	198,53	543,87	627,72		
11	1055,21	197,22	616,25	656,47		
12	876,59	237,05	529,87	639,68		
13	1564,63	175,96	565,73	645,3		
14	1338,96	215,21	614,62	632,26		
15	1498,97	209,41	424,62	615,62		
16	1360,24	251,04	593,55	625,85		
17	1335,35	237,75	633,71	613,58		
18	1254,63	195,35	596,47	647,25		
Tiempo Promedio	1376,70	208,73	518,98	629,25		
Calificación Desempeño	1,28	1,32	1,27	1,35		
Tiempo Normal	1762,18	275,52	659,10	849,49		
Frecuencia	1	1	1	1		
Tiempo Unitario	1762,18	275,52	659,10	849,49		
Holgura	0,28	0,09	0,09	0,09		
Tiempo Estándar	2255,59	300,32	718,42	925,95		

Tiempo del Ciclo	2733,66	segundos
Tiempo Normal del ciclo	3546,29	segundos
Tiempo Estándar	4200,27	segundos

Analista: Luisana Fernandez C.

### Anexo G.3. Estudio de Tiempo de la Estación de Envasado.

Nombre del Operador	Jose Vioria y Oscar Criollo	¿Buena Calidad?	√
Tiempo en el Trabajo:	14 meses y 2 años	¿Seguridad revisada?	√
Estación:	Envasado	¿Preparación adecuada?	√

Especificaciones del Material: 270 Lts de Jarabe, 2077 frascos pet ambar y 2077 tapas doradas.

Lecturas	Colocado Frascos	Llenado	Transporte	Tapado	Recepción	Muestras de Volumen
1	1,34	2,34	2,50	2,21	2,62	2,69
2	0,91	2,34	2,60	2,03	2,66	2,78
3	1,28	2,29	2,62	2,17	2,59	2,89
4	0,97	2,40	2,69	2,12	2,19	2,85
5	1,19	2,25	2,78	2,21	2,43	3,25
6	0,88	2,28	2,53	2,09	2,47	3,26
7	0,85	2,22	2,81	2,21	2,25	3,04
Tiempo Promedio	1,06	2,30	2,65	2,15	2,46	2,97
Calificación Desempeño	1,28	1	1	1	1,16	1,13
Tiempo Normal	1,36	2,30	2,65	2,15	2,85	3,35
Frecuencia	1	1	1	1	1	1
Tiempo Unitario	1,36	2,30	2,65	2,15	2,85	3,35
Holgura	0,13	0	0	0	0,26	0,09
Tiempo Estándar	1,53	2,30	2,65	2,15	3,59	3,65

Analista: Luisana Fernandez C.

Tiempo del Ciclo	13,58	segundos
Tiempo Normal del ciclo	14,66	segundos
Tiempo Estándar	15,88	segundos

**Anexo E.4. Estudio de Tiempo de la Estación de Codificado.**

Nombre del Operador		Antonio y Josue	¿Buena Calidad?	√
Tiempo en el Trabajo:		8 y 4 meses	¿Seguridad revisada?	√
Estación:		Codificado	¿Preparación adecuada?	√
Especificaciones del Material: 2077 frascos				
Lecturas	Codificado	Almacenado		
1	4,23	1,25		
2	4,16	1,35		
3	4,22	1,12		
4	4,25	1,35		
Tiempo Promedio	4,22	1,27		
Calificación Desempeño	1	1,34		
Tiempo Normal	4,22	1,70		
Frecuencia	1	1		
Tiempo Unitario	4,22	1,70		
Holgura	0	0,11		
Tiempo Estándar	4,22	1,89		
Tiempo del Ciclo		5,48	segundos	
Tiempo Normal del ciclo		5,91	segundos	
Tiempo Estándar		6,10	segundos	

Analista: Luisana Fernandez C.

**Anexo E.5.** Estudio de Tiempo de la Estación de Etiquetado.

Nombre del Operador	6 operadoras	¿Buena Calidad?	√
Tiempo en el Trabajo:	-	¿Seguridad revisada?	√
Estación:	Etiquetado	¿Preparación adecuada?	√
Especificaciones del Material: 2077 frascos			
Lecturas	Etiquetado	Almacenado	
1	12,25	1,03	
2	13,25	1,06	
3	12,29	0,89	
4	12,16	1,09	
5	8,92	0,96	
6	8,90	1,12	
7	14,28	1,09	
8	11,50	1,07	
9	11,22	1,18	
10	11,70	1,16	
11	8,85	1,69	
12	12,94	1,28	
13	13,85	1,18	
14	8,09	1,2	
15	8,75	1,31	
16	8,34	1,5	
17	8,57	1,4	
18	14,50	1,28	
19	10,08	1,82	
20	9,75	1,6	
21	11,75	1,3	
22	11,12	1,28	
23	14,53	0,99	
24	11,65	0,88	
25	11,23	1,02	
26	10,49	1,12	
Tiempo Promedio	11,19	1,21	
Calificación Desempeño	1,25	1,31	
Tiempo Normal	13,99	1,59	
Frecuencia	1	1	
Tiempo Unitario	13,99	1,59	
Holgura	0,13	0,09	
Tiempo Estándar	15,81	1,73	

Tiempo del Ciclo	12,40	segundos
Tiempo Normal del ciclo	15,58	segundos
Tiempo Estándar	17,54	segundos

Analista: Luisana Fernandez C.

**Anexo E.6.** Estudio de Tiempo de la Estación de Embalado.

Nombre del Operador	Victor y Alberto	¿Buena Calidad?	√	
Tiempo en el Trabajo:	8 y 7 años	¿Seguridad revisada?	√	
Estación:	Embalado	¿Preparación adecuada?	√	
Especificaciones del Material: 2077 unidades por lote				
Lecturas	Colocación en Mesa	Termoencogido	Apilado	Embalado
1	23,19	5,00	1,72	5,28
2	23,87	4,94	1,53	5,97
3	23,07	4,93	1,28	5,75
4	25,40	5,22	1,34	5,25
5	23,50	5,32	1,31	5,53
6	27,26	4,97	1,87	5,63
7	25,32	5,97	2,19	6,45
8	25,28	4,87	1,50	7,98
9	22,28	5,87	1,66	6,35
Tiempo Promedio	24,35	5,23	1,60	6,02
Calificación Desempeño	1,26	1	1,26	1,3
Tiempo Normal	30,68	5,23	2,02	7,83
Frecuencia	1	1	1	1
Tiempo Unitario	30,68	5,23	2,02	7,83
Holgura	0,11	0	0,11	0,11
Tiempo Estándar	34,06	5,23	2,24	8,69

Tiempo del Ciclo	37,21	segundos
Tiempo Normal del ciclo	45,76	segundos
Tiempo Estándar	50,22	segundos

Analista: Luisana Fernandez C.

## ANEXO H. Paradas de la Línea

Fecha	Hora Inicio Estudio	Hora Fin Estudio	Tiempo Estudio (min)	Descripción de la Parada	Tipo de Parada	Hora Inicio Parada	Hora Fin Parada	Duración Parada	Lotes Producidos	Unidades Producidas
16-11-2015	07:00 a.m.	04:00 p.m.	480	Limpieza Intensiva	I	07:00 a.m.	12:00 p.m.	300	1	2066
				Tiempo de Preparación	I	01:00 p.m.	01:33 p.m.	33		
				Mal Tapado de los Frascos.	E	02:00pm	3:05pm	65		
17-11-2015	07:10 a.m.	04:00 p.m.	470	Tiempo de Preparación	I	07:10 a.m.	07:52 a.m.	42	2	2062
				Exceso de tapas dañadas	E	8:15am	9:45am	90		2070
				Tiempo de Preparación	I	01:25 p.m.	01:50 p.m.	25		
19-11-2015	07:05 a.m.	12:00 p.m.	295	Tiempo de Preparación	I	07:05 a.m.	07:37 a.m.	32	1	2062
				Picos de Llenado Obstruidos	E	7:57am	8:12am	15		
				Mal Sellado de los Picos	E	11:14am	11:47am	33		
23-11-2015	07:00 a.m.	04:00 p.m.	480	Limpieza Intensiva	I	07:00 a.m.	12:00 p.m.	300	1	2068
				Tiempo de Preparación	I	01:00 p.m.	01:18 p.m.	18		
				Picos de Llenado Obstruidos	E	1:25pm	2:10pm	45		
26-11-2015	07:12 a.m.	04:00 p.m.	468	Tiempo de Preparación	I	07:12 a.m.	07:47 a.m.	35	2	2052
				Picos de Llenado Obstruidos	E	8:05am	8:20am	15		
				Mal Sellado de los Picos	E	9:38am	10:05am	27		2073
				Tiempo de Preparación	I	03:23 p.m.	03:51 p.m.	28		
27-11-2015	07:00 a.m.	12:00 p.m.	300	Tiempo de Preparación	I	07:00 a.m.	07:33 a.m.	33	1	2067

## ANEXO I. Cálculos Tipo.

### Anexo I.1 Número de Ciclos a Estudiar.

$$N = \left( \frac{ts}{K\bar{x}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,729 \times 136,95}{0,05 \times 1052,20} \right)^2 = 20,26 \text{ ciclos}$$

Donde:

$t$  = Obtenido de la Tabla de la Distribución  $t$  student.

$s$  = Desviación Estándar.

$K$  = Margen de Error

$\bar{x}$  = Promedio de los tiempos medidos

## Anexo I.2 Tiempo Estándar.

Una vez obtenidas las calificaciones de desempeño y los porcentajes de tolerancia en las estaciones respectivas, se determinó el tiempo normal para cada uno de los elementos de cada estación de trabajo, y posteriormente el tiempo estándar. Se utilizará uno de los elementos para ejemplificar el cálculo.

- Llenado de Carboyas (Estación de Dispensado).

Para obtener el tiempo normal se calculó el promedio de todas las mediciones de tiempo tomadas y se determinó la calificación de desempeño para el operador que efectúa la operación.

$CD = 1 + (\text{suma de la calificación por habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia})$

$$CD = 1 + (0.11 + 0.12 + 0 + 0.03) = 1.26$$

$T_n = TP \times CD$

$$T_n = 415,35 \times 1,26 = 523,34 \text{ s/lote}$$

Luego, se consideró la frecuencia en la que ocurre dicha actividad para determinar el Tiempo Unitario.

$\text{Tiempo Unitario} = T_n \times \text{Frecuencia}$

$$\text{Tiempo Unitario} = 523,34 \times 1 = 523,34$$

Para calcular el tiempo estándar, es necesario asignar un porcentaje de holgura.

$\text{Holgura} = \% \text{holgura constante} + \% \text{holgura variable por fatiga}$

$$\text{Holgura} = 0,09 + 0,00 = 0,09$$

Finalmente, se determina el tiempo estándar por medio del tiempo normal unitario y la holgura asignada.

$$TE = T_n \times (1 + \text{Holgura})$$

$$TE = 523,34 \times (1 + 0,09) = 570,44 \text{ s/ciclo}$$

### **Anexo I.3 Capacidad de Producción.**

Para realizar el cálculo de la capacidad de producción, se determinó la jornada de trabajo diaria y el número de máquinas existentes en el área, y luego se dividió entre el tiempo estándar ya calculado.

$$\text{Capacidad} = \frac{480 \text{ min/día} \times 1}{69,51 \text{ min/lote}} = 6,91 \text{ lote/día}$$

### **Anexo I.4 Capacidad Teórica.**

La Capacidad teórica se calcula de acuerdo a la unidades producidas y tomando en cuenta el tiempo estándar del ciclo.

$$\text{Capacidad Teórica} = \frac{480 \text{ min/día} \times 4 \text{unid}}{0,30 \text{ min}} = 6400 \text{ unid/ día.}$$

### Anexo I.5 Capacidad Efectiva.

Por parte, la capacidad efectiva depende del tiempo efectivo de producción y éste a su vez depende de los tiempos de paradas.

$$\text{Capacidad Efectiva} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo Efectivo}}$$

El tiempo efectivo es el tiempo total real que trabaja la línea y se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo Efectivo} = \text{Tiempo de Estudio} - \text{Tiempo de Paradas Evitables}$$

$$\text{Tiempo Efectivo} = 480 \text{ min} - 65 \text{ min} = 415 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad Efectiva} = \frac{2066 \text{ unid} \times 60 \text{ min}}{415 \text{ min}} = 298,7 \text{ unid/ h}$$

$$\% \text{ Índice de Utilización} = \frac{\text{Capacidad Efectiva}}{\text{Capacidad Teórica}} \times 100$$

$$\% \text{ Índice de Utilización} = \frac{3642}{6400} \times 100 = 56,91\%$$