



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE RON Y SU INCIDENCIA  
EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DESTILERÍA CARTAGO, DE  
LA CIUDAD DE AMBATO.**

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor(a)**

Espín Flores David Israel

**Tutor(a)**

Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2018

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**AUTORIZACIÓN DE REPOSITORIO DIGITAL**

Yo, Espín Flores David Israel, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre **“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE RON Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DESTILERÍA CARTAGO, DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial” y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo. Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 19 días del mes de octubre del 2018, firmo conforme:

Firma

Número de cédula: 180382557-7

Dirección Ambato-Tungurahua

Correo Electrónico: daviespin91@hotmail.com

Teléfono: 0984008482

## **APROBACIÓN DE TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, “ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE RON Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DESTILERÍA CARTAGO, DE LA CIUDAD DE AMBATO”, presentado por Espín Flores David Israel, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

## **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 17 de septiembre del 2018

.....  
Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg.

TUTOR

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 19 de octubre 2018

.....

Espín Flores David Israel  
180382557-7

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE RON Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DESTILERÍA CARTAGO, DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 19 de octubre 2018

.....

Ing. M.Sc. Tierra Arévalo José Marcelo

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

**VOCAL**

.....

Ing. Espinosa Pinos Carlos Alberto, Mg.

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi Padre y Madre que fueron las personas que siempre creyeron en mí y me brindaron siempre su apoyo a pesar de muchas dificultades que existieron, hoy todo ese esfuerzo y sueños se hacen realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a dios por haberme dado la sabiduría para haber llegado hasta acá y poder culminado una meta más, mi Padre, mi Madre y a toda mi familia por el apoyo que me han brindado para culminar esta etapa de estudio.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE REPOSITORIO DIGITAL .....	ii
APROBACIÓN DE TUTOR .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiv
ABSTRACT .....	xv

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

Tema: .....	1
Introducción: .....	1
Problematización: .....	3
Antecedentes.....	5
Justificación:.....	10
Objetivos.....	11
Objetivos General:.....	11
Objetivos Específicos:.....	11

### CAPÍTULO II

#### METODOLOGÍA

Área de estudio.....	12
Enfoque.....	12
Justificación de la metodología.....	12

Diseño del Trabajo.....	15
Procedimiento para obtención y análisis de datos.....	17
Hipótesis.....	18
Desarrollo de la Investigación.....	19

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Entrevista al Personal de Destilería Cartago.....	19
Caracterización del Proceso.....	22
Mapa de Procesos.....	23
Descripción del Proceso.....	24
Diagrama de Bloques.....	29
Matriz de observación.....	30
Diagrama de flujo.....	32
Diagrama de Procesos.....	34
La productividad.....	45
Tiempo Promedio de cada una de las Actividades de Producción.....	38
Tiempo Normal.....	39
Tiempo Estándar.....	42
Cálculo de Tiempo Estándar.....	44
Cálculo tiempo de ciclo.....	44
Producción Operativa Actual de la Empresa.....	45
Costos de Producción.....	46
Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (materia prima).....	47
Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (mano de obra).....	47
Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica).....	48

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Interpretación de Resultados .....	51
Contraste con Otras Investigaciones .....	60
Comprobación de Hipótesis .....	62
Conclusiones .....	70

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Recomendaciones.....	71
Bibliografía.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Personal de la empresa Destilería Cartago.....	13
<b>Tabla 2</b> Proceso de Producción de Ron.....	14
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de la Variable Independiente (Proceso de Producción)	15
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de la Variable Dependiente (Productividad).....	16
<b>Tabla 5</b> Preguntas Básicas.....	17
<b>Tabla 6</b> Simbología ( Diagrama de flujo).....	32
<b>Tabla 7</b> Simbología ( Diagrama de Procesos) ASME.....	34
<b>Tabla 8</b> Diagrama de Procesos.....	35
<b>Tabla 9</b> Resumen Diagrama de Procesos.....	36
<b>Tabla 10</b> Tiempos tomados aleatoriamente.....	37
<b>Tabla 11</b> Cálculo del Tiempo Promedio.....	39
<b>Tabla 12</b> Factor de desempeño del trabajador.....	40
<b>Tabla 13</b> Cálculo Tiempo Normal.....	41
<b>Tabla 14</b> Calificación de Suplementos.....	43
<b>Tabla 15</b> Cálculo Tiempo Estándar.....	44
<b>Tabla 16</b> Costos Materia Prima.....	46
<b>Tabla 17</b> Costos Mano de Obra.....	47
<b>Tabla 18</b> Costos Energía Eléctrica.....	48
<b>Tabla 19</b> Costos de Insumos.....	49
<b>Tabla 20</b> Tiempo Proceso de Producción Diaria vs Productividad.....	63
<b>Tabla 21</b> Valores de x, y ordenados y aproximados.....	64
<b>Tabla 22</b> Valores de x elevados a su exponente.....	64
<b>Tabla 23</b> Valores de x*y elevado a su exponente.....	65
<b>Tabla 24</b> Valores de las constates del modelo.....	66
<b>Tabla 25</b> Valores de “x” reemplazados en ecuación.....	67
<b>Tabla 26</b> Tabla cálculo coeficiente de Ajuste.....	69

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1</b> Árbol del Problema .....	3
<b>Imagen 2</b> Caracterización del Proceso .....	22
<b>Imagen 3</b> Mapa de Procesos.....	23
<b>Imagen 4:</b> Recepción Materia Prima.....	24
<b>Imagen 5:</b> Tratamiento del Agua .....	24
<b>Imagen 6:</b> Almacenamiento Agua Tratada .....	25
<b>Imagen 7:</b> Tanques de Mezcla .....	25
<b>Imagen 8</b> Envasado de Ron.....	26
<b>Imagen 9</b> Sellado de Botella .....	26
<b>Imagen 10</b> Etiquetado de Botella .....	27
<b>Imagen 11</b> Control de calidad .....	27
<b>Imagen 12</b> Sellado de la Caja.....	28
<b>Imagen 13:</b> Almacenamiento .....	28
<b>Imagen 14</b> Diagrama de Bloques .....	29
<b>Imagen 15</b> Matriz de Observación .....	31
<b>Imagen 16</b> Diagrama de Flujo.....	33
<b>Imagen 17</b> Ajuste de curva Polinomial .....	68

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Guion de Entrevista

**Anexo 2:** Plan de Producción de Ron Destilería Cartago (Mensual)

**Anexo 3:** Registro de Producción de Ron Destilería Cartago (Mensual)

**Anexo 4:** Sistema de suplementos

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y**  
**LA COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “Estudio del proceso de Producción de Ron y su incidencia en la productividad de la Empresa Destilería Cartago de la ciudad de Ambato”

**Autor:** Espín Flores David Israel

**Tutor:** Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg.

**RESUMEN EJECUTIVO**

Para el desarrollo de este estudio se aplicó técnicas como diseño y medición del trabajo y cálculo de la productividad, en donde la cadena productiva para la obtención de ron está conformada por diez actividades, entre las que se enfatizan la recepción de materia prima, tratamiento de agua, almacenamiento del agua tratada, mezcla de fórmula en tanques, envasado de ron, tapado de botella, etiquetado de botella, control de calidad, sellado de caja y almacenamiento. En general las tareas son efectuadas de forma empírica, para lo cual el tiempo estándar para un lote de producción para 400 cajas de ron es 421,50 minutos, lo que repercute en la necesidad de aumentar su producción diaria en la planta. Al analizar la productividad con la materia prima, se tiene que está ubicada en 0,88 cajas/kilos al mes, la productividad con la mano de obra se ubica en 40 cajas /operario al mes. Estos indicadores determinan que la productividad multifactorial alcanza un valor de 1,9, lo que representa 0,90 ctvs. de ganancias por cada dólar de inversión sobre los costos de producción. Con la información analizada se concluye que a pesar de ser rentable la empresa no utiliza toda su capacidad al momento de producir ron por lo que se elabora solo dos o tres veces a la semana. Finalmente se aplicó un análisis de regresión no lineal y se estableció que el proceso de producción de ron tiene una relación directa con la productividad.

**Descriptor:** Actividades, Producción de Ron, Proceso, Producción, Productividad, Tiempo Estándar.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y**  
**LA COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME:** “Study of the rum production process and its impact on the productivity of the Cartago Distillery Company of the city of Ambato”

**Author:** Espín Flores David Israel

**Tutor:** Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg.

**ABSTRACT**

For the development of this study was applied techniques of design and measurement of work and calculation of productivity. Where it was obtained that the productive chain for the obtaining of the rum is conformed by ten activities, of which the reception of the raw material stands out, treatment of water, storage of treated water, mixture of formula in tanks, packaging of rum, bottle cap, bottle labeling, quality control, box sealing and storage. In general, the tasks carried out empirically, the standard time of a production batch of 400 boxes of rum is 421.50 minutes, which affects the need to increase their daily production in the plant. When analyzing the productivity of the raw material, it is located in 0.88 boxes 7 kilos per month. The productivity of the workforce is located at 40 boxes / operator per month. These indicators determine the multifactor productivity reaches a value of 1.9, which represents 0.90 ctvs. of earnings for each dollar of investment on production costs. With the analyzed information it is concluded that in spite of being profitable the company does not use its capacity at the time of producing the rum, so it is only made two or three times a week. Finally, a non-linear regression analysis was applied and it was established that the rum production process has a direct relationship with productivity.

**Keywords:** Activities, rum production, process, production, productivity, standard time

## CAPÍTULO I

### **Tema:**

“Estudio del proceso de producción de Ron y su incidencia en la productividad de la empresa Destilería Cartago de la ciudad de Ambato”

### **Introducción:**

La presente investigación tiene como objeto analizar el proceso de producción de Ron de la empresa Destilería Cartago.

En el Ecuador el Ron San Miguel es uno de los productos más consolidados en el país ya que tiene años de trayectoria en la producción de este producto según Ecured que la empresa fabricante de dicho producto “existen cinco líneas de producción, el ron busca su nicho de mercado en estratos medios y altos. En el mercado nacional compite con licores extranjeros, captando entre el 30 y 35% de este mercado. A partir de 1996 se iniciaron las exportaciones a Estados Unidos, hoy alrededor del 15% de la producción se exporta a Estados Unidos.” (EcuRed, 2015)

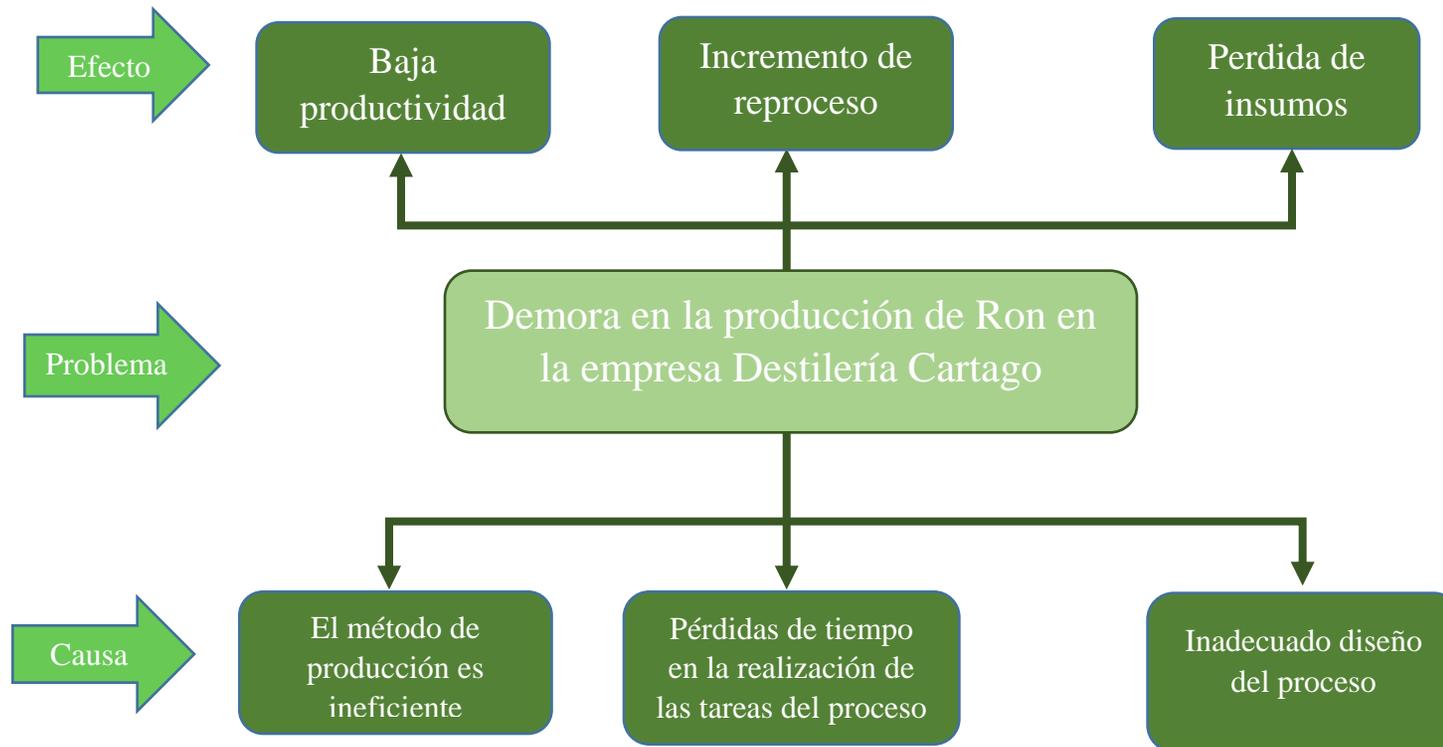
En la ciudad de Tungurahua existen empresas que se dedican a la elaboración de Ron como es Industrias Licoreras S.A con su producto Ron Trovador la cual tiene muchos años en el mercado, según datos encontrados la empresa tiene una capacidad de producción de 800 a 1000 cajas producidas diariamente esto indica que la empresa por tener varios años en el mercado tiene experiencia, ya que todos sus procesos están correctamente establecidos de una manera eficaz y que no existen desperdicios en todo el proceso ya que la mayor parte del proceso es automático esto también ayuda que la producción sea mayor.

Según el “SIMAR Sistema de identificación, marcación, autenticación, rastreo y trazabilidad fiscal de bebidas alcohólicas, en la provincia de Tungurahua se entregó como producto terminado 3,480,000 envases de bebidas alcohólicas de todo tipo en el año 2017” (SRI, 2017)

La empresa Destilería Cartago se encuentra situada en la Provincia del Tungurahua, Cantón Ambato sector Totoras vía a baños esta empresa está dedicada a la elaboración de bebidas alcohólicas entre las cuales está la producción del Ron la cual actualmente produce 400 cajas diariamente por dos o tres días a la semana, es decir 4.800 botellas de Ron en un envase de 750 ml que son originadas de acuerdo a los requerimientos de los clientes, según registros de la empresa este producto es el que más ingresos le genera, por esa razón se pretende aumentar la producción.

**Problematización:**

- **Árbol del problema:**



**Imagen 1** Árbol del Problema  
**Elaborado por:** David Espín

- **Análisis Crítico:**

En base a la imagen 1 se manifiesta lo siguiente: El problema central en la empresa Destilería Cartago se identificó en la demora de producción de Ron, siendo una de las causas el inadecuado control del proceso de producción el mismo que muchas ocasiones no logra el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la empresa, lo cual esto genera pérdida de recursos a la empresa.

Al momento de no existir un control adecuado del proceso de producción esto ocasiona una baja productividad, o que la producción se detenga momentáneamente esto producirá tanto pérdidas económicas como de insumos para la empresa.

El tiempo que se malgasta al momento de realizar cada una de las actividades de producción tiene que ver con los cuellos de botellas que se genera en ciertas áreas de trabajo, esto afectara directamente a un incremento de tiempo y un posible retroceso de algunas actividades.

En la empresa Destilería Cartago la deficiente estandarización del proceso de producción hace que exista el desperdicio de insumos, esto también provoca que la productividad no vaya en aumento ya que no todos los días de producción pueden los empleados estar a un mismo ritmo de trabajo, esto hace que muchas veces existan retrocesos en la producción y todas estas dificultades conllevan a pérdida de tiempo y de ingresos para la empresa.

A todos estos problemas se pretenderá dar una solución, con el siguiente estudio se analizará los factores que puedan intervenir para que estos inconvenientes sean eliminados y así la empresa pueda generar mayor producción.

## **Antecedentes**

La empresa hasta la actualidad no tiene antecedentes de ningún estudio técnico del proceso de producción de Ron por lo que se desconoce cuál es el tiempo adecuado para entregar sus lotes de producción a sus clientes.

Al revisar estudios realizados acordes al tema en estudio, se encontró en los archivos de la Facultad de Ingeniería Industrial, de la Universidad Tecnológica Indoamérica el siguiente estudio:

“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA PROINBE” (Esparza Rodriguez, 2017), Universidad Tecnológica Indoamérica, Biblioteca general, concluyo que:

- “Se analizó las etapas del proceso para la elaboración de bebidas no alcohólicas de la empresa PROINBE, tomando en cuenta la elaboración de la bebida de jamaica envasada en botellas de 1lt como proceso productivo, al buscar la estandarización de tiempos se determinó en base a herramientas de tiempos y movimientos que el proceso consta de 28 actividades con una distancia recorrida de 25 metros, encontrando un cuello de botella relevante en la colocación de fajas al hacer este proceso de manera manual y ciertas demoras producidas en el proceso de infusión de agua con jamaica, el relleno de la tolva de tapas y el enfriamiento de los paquetes plásticos al pasar por la termo encogedora de plásticos”. (Esparza Rodriguez, 2017)
- “Se realizó un estudio de tiempos del trabajo mediante técnicas de observación y cronometraje con un tiempo promedio de 1914.58 minutos necesarios para culminar el proceso productivo, un tiempo normal de 1919.3 minutos utilizando factores de corrección y por último un tiempo estándar de 2108 minutos tomando en cuenta suplementos necesarios para que el trabajador realice las actividades este estudio dio apertura al cálculo de la productividad

multifactorial utilizando entradas del proceso a los costos de materia prima, mano de obra, servicios básicos e insumos y a las salidas a la cantidad de productos terminados elaborados al mes por el precio de venta sugerido por el gerente de la empresa obteniendo una productividad multifactorial de 1.1 interpretado en 10 % de ganancia por los estándares de productividad global que pese a proporcionar un beneficio no se utiliza la máxima capacidad de sus recursos al producir solo 3 veces por mes” (Esparza Rodriguez, 2017)

- “Se concluye que en base al análisis entre los tiempos de producción del proceso productivo y el índice de producción de marzo a julio de 2017 de la empresa el valor obtenido por el análisis t-Student es -5.42 que no es igual a -2.306 siendo este el límite de aceptación de la hipótesis nula por como conclusión se toma y acepta la hipótesis alternativa  $H_1$  afirmando que si existe incidencia entre el proceso de producción de bebidas no alcohólicas y la productividad de la empresa procesadora de bebidas PROINBE” (Esparza Rodriguez, 2017)

#### Recomendaciones:

- “Se recomienda realizar un estudio de inversión en la obtención de una fajadora automática que permita disminuir y/o eliminar el cuello de botella encontrado en el proceso y una investigación de componentes que permitan acelerar el proceso de infusión de agua con Jamaica” (Esparza Rodriguez, 2017)
- “Se recomienda en caso de cerrar un contrato con corporación favorita un mayor grado de importancia al proceso productivo de bebidas no alcohólicas, la utilización al máximo del recurso humano y servicios básicos y contratación de mayor personal para poder manejar los dos procesos productivos que se manejan en la empresa” (Esparza Rodriguez, 2017)
- “Se recomienda mantenerse en el margen de aceptación de la hipótesis alternativa buscando constantemente la perfección en la entrada de botellas a las diferentes máquinas del proceso productivo minorando tiempos y siendo más eficaces” (Esparza Rodriguez, 2017)

Este tema será de ayuda ya que aquí se habla del proceso para la elaboración y de que cada actividad que este proceso lleva a cabo ya que dentro de esas actividades existen demoras también existe una toma de tiempos en el proceso que ayudará a la toma de decisión de la hipótesis y tomar una decisión correcta para que ya no exista los problemas como demora.

“ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PULPA DE MORA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA AGROFRUIT DEL CANTÓN PILLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA” (Sarzosa Ibarra, 2016) Universidad Tecnológica Indoamérica. Biblioteca General 2016, concluye que:

- “Se realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa de pulpas de fruta AGROFRUIT, dado sus características este se constituye un proceso en línea. Gracias al estudio de tiempos se localizaron retrasos de 50 minutos en el proceso de pasteurización siendo este uno de los puntos más críticos del proceso a mejorar así también como la pérdida de 89 minutos por trasportes y demoras. Se definió el tiempo estándar de 7,5 horas equivalente a un ciclo de trabajo. Finalmente se pudo observar el cuello de botella que existe en el proceso de envasado con una capacidad de envasado dando un porcentaje de utilización del 27,31 %” (Sarzosa Ibarra, 2016)
- “Se determinaron los valores de productividad Global o total siendo de 1,007, es decir se recupera lo invertido durante el mes de producción, pero los valores de ingreso son demasiado bajos” (Sarzosa Ibarra, 2016)
- “Se evidenció que la documentación y las actividades realizadas al momento de elaborar pulpa de mora, son ejecutados únicamente de forma empírica, con lo que es necesario estandarizar su proceso y documentación atenuando de forma directa las pérdidas de tiempo existentes en proceso productivo de la empresa Agrofruit” (Sarzosa Ibarra, 2016)

Recomendaciones:

- “Es necesario optimizar el proceso de pasteurización, instalando junto a la marmita un sistema de refrigeración por placas, el mismo que brindara un

rápido y eficaz enfriamiento de la pulpa reduciendo tiempo y recursos” (Sarzosa Ibarra, 2016)

- “Se recomienda estandarizar el proceso productivo, así también como sus documentos, tomando como referencia la ISO 9001:2000, con enfoque principalmente a la Calidad en los procesos. Esto permitirá la optimización del tiempo y recursos, mejorará el estilo de vida de los trabajadores y la empresa aumentará significativamente su producción” (Sarzosa Ibarra, 2016)
- “Se recomienda adquirir una envasadora automática, esta permitirá disminuir los tiempos de envasado y sellado, acelerando el proceso productivo” (Sarzosa Ibarra, 2016)

Este trabajo analiza el proceso productivo el cual servirá de ayuda como una guía ya que me habla del desperdicio de materia prima que existe dentro de una empresa el cual puede ser por muchos factores que pueden ser por la maquinaria o por el inadecuado uso del personal en cada puesto de trabajo y esto hace que exista un desperdicio de materia prima y una incrementación de gastos dentro de la empresa.

“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA AVÍCOLA PÉREZ DE LA CIUDAD DE AMBATO” (Sisalema Cardenas, 2018) Universidad Tecnológica Indoamérica. Biblioteca General, concluye que:

- “Durante la investigación se identificó: mano de obra, insumos, materia prima, para el proceso de producción de huevos en la empresa avícola Pérez, describiendo los procesos y analizándolos mediante el método de las 6M” (Sisalema Cardenas, 2018)
- “Para la caracterización del proceso de producción de huevos se diseñó una ficha la cual recoge información que se utilizó para identificar los elementos que forman parte de cada proceso conociendo el responsable, el objetivo, actividades, entradas, productos y salidas de cada uno” (Sisalema Cardenas, 2018)

- “Se determinó el nivel de productividad multifactorial (en función: Materia prima, mano de obra y gasto energético), obteniendo un valor de 3.8 lo cual indica una ganancia del 38%, es decir por cada dólar invertido la empresa tiene una rentabilidad de 3.8 dólares” (Sisalema Cardenas, 2018)
- “Mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson 0.89 se determinó que existe una relación positiva y fuerte entre el proceso de producción de huevo mediano y la productividad del proceso, aceptando la Hipótesis Alterna. Mientras que la relación entre las variables en los procesos de producción de huevos inicial y gruesos con respecto a la productividad es débil (-0.10; 0.48 respectivamente)” (Sisalema Cardenas, 2018)

#### Recomendaciones:

- “Con la investigación realizada se recomienda sugiere realizar una redistribución de planta, para reducir el recorrido del producto y reducir los tiempos de transportes y así estandarizar de una mejor manera el proceso productivo de mermelada de uvilla” (Sisalema Cardenas, 2018)
- “Socializar los procesos, procedimientos, formatos y documentos que forman parte del proceso de producción con el personal, para poder obtener los resultados óptimos esperados y para la toma de decisiones correctas” (Sisalema Cardenas, 2018)
- “Se recomienda que se realice el acompañamiento durante la implementación de los procesos y procedimientos con el fin de garantizar que se los estén realizando de la manera correcta para reducir el cometimiento de errores en el desarrollo de los mismos” (Sisalema Cardenas, 2018)

Este tema encontrado servirá de ayuda ya que aquí para la comprobación de la hipótesis se logra mediante el método de correlación de Pearson que será el que ayude a determinar la incidencia o no de la productividad sobre la producción ese valor mientras más se acerque a 1 será más óptimo y será el que confirme la hipótesis o a su vez rechace la misma.

### **Justificación:**

La **importancia** de realizar este estudio radica en que la empresa requiere valorar técnicamente la actual ejecución de los procesos de producción para equilibrar en base a criterios objetivos en el control de la producción.

Del estudio se pretende **beneficiar** directamente a toda la empresa en general, trabajadores y clientes externos ya que todos son directamente o indirectamente favorecidos, tendrán una mejora de ingresos económicos y todas las mejoras existentes llevarán a la empresa a otros niveles de mercado en el cual esta pretenda incursionar.

El **impacto** que el presente trabajo tendrá a un corto plazo es que permitirá estabilizar la rentabilidad y posicionar a la empresa como una organización de prestigio para que esta cumpla con la programación de producción y que esta genere una mayor rentabilidad.

El presente proyecto es **factible** porque se tendrá la participación activa de la administración general y operativa de la empresa Destilería Cartago los cuales están dispuestos a colaborar con el estudio respectivo entregando toda la información requerida, en lo económico el estudio no representa un egreso de consideración, existe el conocimiento del investigador sobre de Ingeniería Industrial que son aplicables a la problemática actual.

El estudio técnico tiene una **utilidad** ya que se podrá poner en práctica varias áreas de conocimiento previo. En este estudio se podrá enlazar el proceso de producción con la productividad presente de la Destilería Cartago y evaluar el tiempo que sea necesario para lograr conseguir objetivos en la producción.

## **Objetivos**

### **Objetivos General:**

- Estudiar el proceso de producción de Ron y su incidencia en la productividad de la empresa Destilería Cartago de la ciudad de Ambato.

### **Objetivos Específicos:**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de producción de Ron de la Empresa Destilería Cartago de la ciudad de Ambato.
- Determinar la productividad de la Empresa Destilería Cartago en función de la materia prima, mano de obra, insumos y el consumo energético.
- Verificar si existe relación entre la Productividad y el Proceso de producción.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Área de estudio**

#### **Delimitación del objeto de investigación**

<b>Dominio</b>	Tecnología y sociedad
<b>Línea de investigación</b>	Empresarialidad y Productividad
<b>Campo</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área</b>	Proceso producción
<b>Aspecto</b>	Productividad
<b>Objeto de estudio</b>	Estudio del proceso de producción y productividad
<b>Periodo de análisis</b>	Enero a Junio 2018

#### **Enfoque**

La investigación será cualitativa y cuantitativa porque en base a los datos existentes en la empresa se podrá realizar cualquier acción de mejora, y cualitativa ya que aquí se utilizará una recolección de datos, registros existentes en la empresa todos estos serán resultados del proceso observado, así se podrá encontrar una solución al problema desde un análisis de realidad para dicho proceso.

#### **Justificación de la metodología**

**De campo.** – El trabajo permitirá observar de una mejor manera donde se hallan las dificultades que están causando problemas en el área de producción de la empresa Destilería Cartago, con la verificación insistió se podrá tener una información real de la actual situación de la empresa.

**Documental o Bibliográfica.** – “Este aspecto permitirá dar a la investigación un valor explicativo-comparativo de predicción estructurada, evaluar las variables y exponer la hipótesis que desemboque brindando soluciones preventivas a los datos encontrados”. (Galan Amador, 2014)

**Correlacional y relación de variables.** – “Se implantará una relación entre las variables independiente y dependiente con su suceso que estas tendrán en la conclusión del problema, expresando sus causas y efectos, en la producción existen factores que podrán revelar algunas actuaciones que llevarán al ¿por qué? del problema planteado”. (Galan Amador, 2014)

### **Población**

En la Tabla 1 se muestra el personal que actualmente trabaja en la empresa Destilería Cartago los cuales no superan los 13 trabajadores que conforman entre administrativos y obreros de planta; estos son 3 personas en el área administrativa y 10 obreros ejecutores del procesamiento de Ron.

**Tabla 1** Personal de la empresa Destilería Cartago

<b>Personal</b>	<b>Número</b>
Gerente General	1
Gerente de Marketing	1
Supervisor de producción	1
Operarios	10
<b>Total</b>	13

**Fuente:** Destilería Cartago  
**Elaborado por:** David Espín

## Muestra

Para el estudio se tomó la muestra de 400 cajas es decir de 4.800 botellas de Ron que es la producción la cual se realiza diariamente en la empresa, el tanque de mezcla y almacenaje tiene la capacidad de 10.000 litros.

En la Tabla 2 se muestra detallado todo el proceso de Producción de Ron con el cual la empresa trabaja actualmente en su envasado.

**Tabla 2** Proceso de Producción de Ron

N°	Proceso
1	Recepción de Materia Prima
2	Tratamiento del agua
3	Almacenamiento agua Tratada
4	Mezcla de Fórmula en Tanques
5	Envasado de Ron
6	Tapado de botella
7	Etiquetado de botella
8	Control de calidad
9	Sellado de caja
10	Almacenamiento

**Fuente:** Destilería Cartago  
**Elaborado por:** David Espín

## Diseño del Trabajo

### - Operacionalización de variables

**Tabla 3** Operacionalización de la Variable Independiente (Proceso de Producción)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
“El proceso de producción representa todas las acciones que interactúan para transformar las entradas en salidas, por el intermedio de controles y recursos que se generan en la empresa” (Suñé, y otros, 2004)	Actividades interrelacionadas	Servicios básicos  Mano de obra  Materia prima  Insumos	¿Domina el número de actividades para efectuar el proceso producción?  ¿Los insumos y materia prima utilizados para el proceso, son de buena calidad?  ¿Domina el número de inspecciones que se cumple en el proceso de producción?  ¿La empresa tiene empleados que tengan una alta experiencia y con mano calificada para el proceso de producción?	Observación Documentación  Entrevista  Elaboración diagrama de bloques, proceso de producción  Elaboración diagrama analítico proceso	Matriz de observación  Guión de entrevista (Anexo1)  Diagrama de Bloques  Diagrama Analítico de proceso
	Bienes o Servicios	Ron	¿La producción final está acorde a todos los requerimientos del plan de producción?	Documentación	Plan de producción anexo 2

Elaborado por: David Espín

**Tabla 4** Operacionalización de la Variable Dependiente (Productividad)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
“La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios” (Nuñez, 2007)	Producto	Producción Mensual de Ron	<p>¿Toda la producción está acorde a la planificación mensual?</p> <p>¿En la empresa existen planificaciones mensuales y anuales?</p>	Observación de Campo	Registro de producción anexo 3
	Recursos Utilizados	Humanos Económicos Materia prima	<p>¿La empresa tiene algún capital bancario los culés cubran la adquisición de materia prima, insumos y materiales de producción?</p> <p>¿De acuerdo con la materia prima adquirida, están acorde las unidades producidas?</p>	Documentación	Registro de costos

Elaborado por: David Espín

## Procedimiento para obtención y análisis de datos

Tabla 5 Preguntas Básicas

PREGUNTAS ESENCIALES	ESCLARECIMIENTO
¿Para qué?	Lograr los objetivos de la investigación.
¿De qué personas u objetos?	Gerente General, Supervisor de producción, operarios
¿Sobre qué aspectos?	Proceso de producción, Productividad
¿Quién?	Investigador
¿A quién?	Empresa Destilaría Cartago
¿Cuándo?	Enero – Junio 2018
¿Dónde?	En el cantón Ambato Provincia de Tungurahua.
¿Cuántas veces?	Las veces que sea necesario en la investigación.
¿Con que técnicas de recolección de la información?	Documentación, observación, entrevistas, elaboración de diagramas .
¿Con que instrumento?	Plan de Producción, guión de entrevista, matriz de observación, registro de producción, registro de costos
¿En qué situación?	En condiciones normales de trabajo

Elaborado por: David Espín

### Aplicación de técnicas de recolección de información

**Entrevista:** La entrevista se realizó al personal que trabaja en la empresa, estos fueron tanto administrativo como de producción esta entrevista se realizó en la misma empresa.

**Guión de entrevista:** Este guión se elaboró de acuerdo a las variables independiente y dependiente para conocer de la situación actual por la cual la empresa está pasando en su proceso de producción.

**Observación:** Con esta técnica se pudo recolectar información y datos de producción, también se pudo observar la situación actual por la cual empresa se encuentra y cuáles son los factores que intervienen en el proceso de producción en el día a día de la empresa.

**Registro de Producción:** Este registro permitió conocer los datos inscritos mensualmente por la empresa mediante sus observaciones de producción, esto nos

permite saber la cantidad real que la empresa está generando durante el mes, este registro nos facilitó para realizar el análisis.

**Plan de Producción:** Aquí se pudo observar que la producción en si tenía definido un proceso, pero el cual no se cumplía detalladamente por fallas en el proceso el cual ocasionaba que existan perdidas en la producción final.

### **Hipótesis**

H0= El proceso de producción de Ron, no tiene relación con la productividad de la empresa.

H1= El proceso de producción de Ron, si tiene relación con la productividad de la empresa.

### **Indicación de variables**

**Variable Independiente:** Proceso de producción.

**Variable Dependiente:** Productividad.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Desarrollo de la Investigación**

Para el desarrollo se realizó la entrevista al gerente y jefe de producción de la empresa, los cuales son las personas más idóneas para saber en qué estado se encuentra la empresa y los mismos brindaron toda la información necesaria para realizar la investigación, esta entrevista se realizó en las instalaciones de la empresa.

#### **Entrevista al Personal de Destilería Cartago.**

**Entrevistado:** Daniel Galarza

**Cargo:** Jefe de Producción

#### **1. ¿Cómo se encuentra actualmente el proceso de producción de Ron en su empresa?**

Los procesos de producción actualmente de nuestra empresa se encuentran de buena manera para cumplir con todas las ordenes de producción programadas con anterioridad, aunque algunas veces se producen retrasos, pero sin embargo se cumple la producción.

#### **2. Conoce usted todo el proceso de producción de Ron detalladamente?**

Si lo conozco ya que por la experiencia he podido mejorar cada día más el proceso de producción de licor con la ayuda de todos los que conformamos la empresa, aunque en ocasiones si existe demoras en el proceso.

### **3. Cumplen con todas las expectativas de la demanda del mercado?**

Si a pesar de las demoras tratamos de cumplir con los requerimientos y expectativas de la demanda del mercado.

### **4. La cantidad de Ron producida cumple con el plan de producción?**

Si se cumple con el plan de producción requerido, pero hay veces que existen contratiempos en la producción por la demora en la reposición de la materia prima o por algún otro tipo de inconveniente imprevisto.

### **5. Cree usted que estandarizar el proceso mejoraría la producción en su empresa?**

Si sería beneficioso ya que contaríamos con un mejor control en los procesos y ayudaría a cumplir con nuestro plan de producción establecido y poder mejorar la productividad.

### **6. Conoce usted el número de actividades y las funciones de cada una en la producción de Ron?**

Todas las actividades que se realizan en el proceso de elaboración de Ron están definidas, estas son 10 las cuales se cumplen de manera correcta, todas estas actividades son conocidas por cada uno de los empleados que trabajan en la fábrica y por mi persona encargado de todo el proceso, para un futuro con la compra de nueva maquinaria estas actividades podrían cambiar para una mejora de tiempos y de productividad.

**Entrevistado:** José Coello

**Cargo:** Gerente

### **1. ¿Cómo se encuentra actualmente el proceso de producción de Ron en su empresa?**

La empresa actualmente se encuentra funcionando a toda su máxima capacidad, se quiere implementar nueva maquinaria que ayudará posteriormente a que la producción sea más grande, pero hasta el momento se cumple con todos los pedidos de los clientes.

**2. Conoce usted todo el proceso de producción de Ron detalladamente?**

El proceso si lo conozco ya que antes que prospere la empresa yo como gerente era el que emprendió con todo el proceso por esa razón conozco todos los procesos y todos sus cuellos de botellas y demoras que existe en todo el proceso.

**3. Cumplen con todas las expectativas de la demanda del mercado?**

Si se logra cumplir con toda la demanda del mercado depende del mes, en ocasiones existen mayor o menores pedidos, pero se logra cumplir con toda la demanda requerida.

**4. La cantidad de Ron producida cumple con el plan de producción?**

Se cumple satisfactoriamente con todo el plan que la empresa maneja ya que por anteriores años se sabe qué mes del año es donde se debe producir más Ron y en qué mes es más bajo, de acuerdo a esos historiales se trata de operar de una manera correcta y se programa los futuros planes de producción.

**5. Cree usted que estandarizar el proceso mejoraría la producción en su empresa?**

El proceso es estandarizado, pero también requiere más implementación de maquinaria que dé a poco la empresa va logrando tratar de automatizar algunos procesos que hoy en día se lo hacen manualmente creo que esto ayudaría más a la producción y reduciría algunos tiempos y los cuellos de botellas que existen actualmente.

**6. Piensa que la mano de obra es suficiente para cumplir con los objetivos de la empresa?**

Con los 13 empleados que la empresa cuenta actualmente se logra cubrir todas las necesidades que la empresa requiere, para un futuro acorde la empresa vaya creciendo se hará un estudio para cubrir con más puestos de trabajo si la misma requiere.

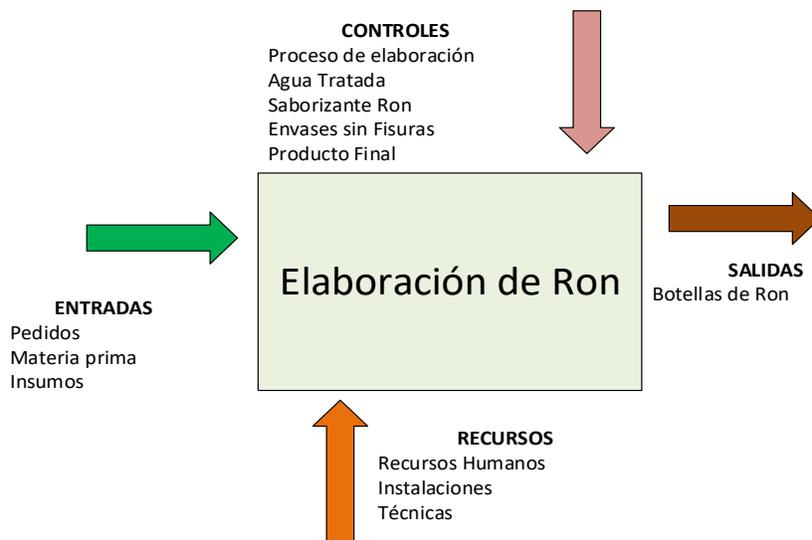
**7.Cuál es el balance que se reporta mensualmente de la producción de Ron?**

El balance general que la empresa presenta es positivo de acuerdo a las necesidades de los clientes ya que se logra cumplir con todos los requerimientos, también dependerá el mes de producción ya que otros meses podrán ser bajos en ventas.

A continuación, para el desarrollo de la investigación se realizará la elaboración de un diagrama de caracterización de proceso para conocer qué elementos interactúan en la elaboración del Ron todos estos elementos que se mostrarán serán los principales para una producción de calidad.

### Caracterización del Proceso

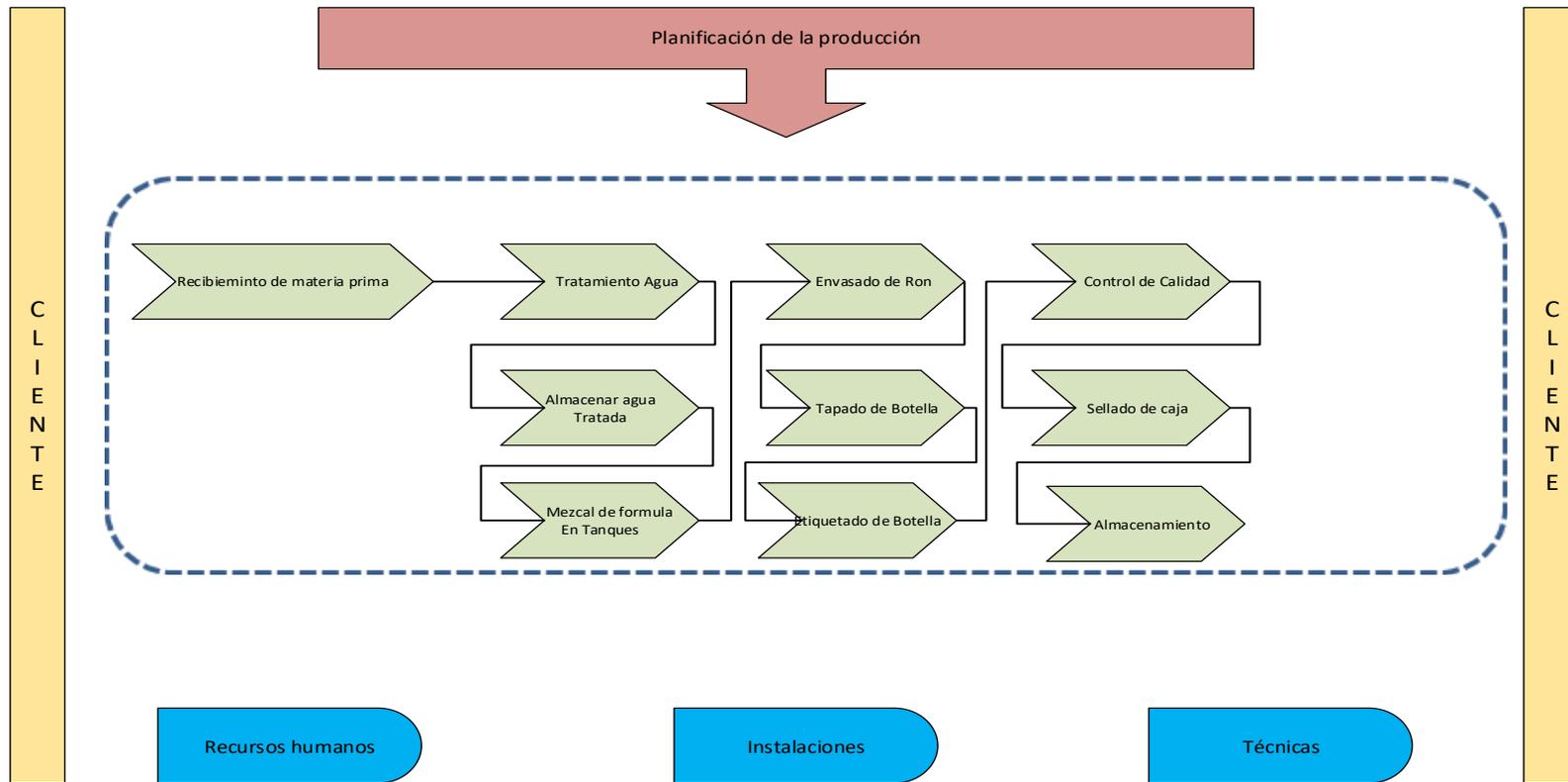
Como se observa en la Imagen 2 se encuentran todos los elementos que se combinan para la producción estos son: las entradas, controles, recursos y salidas que serán los cuales fusionen para lograr el producto final.



**Imagen 2** Caracterización del Proceso  
**Fuente:** Destilería Cartago

Además, se podrá observar un mapa de procesos que ayudará a conocer cómo se desarrollan todas las actividades de producción dentro de la planta, estas actividades están establecidas por la empresa Destilería Cartago.

## Mapa de Procesos



**Imagen 3** Mapa de Procesos  
**Fuente:** Destilería Cartago

En la imagen 3 se observa el mapa de procesos ahí se encuentra todo el proceso de producción el cual se va a estudiar, aquí se analizará el proceso de producción de Ron.

## **Descripción del Proceso**

Se realizó una descripción del proceso de elaboración del Ron identificando todas las actividades y recursos que se requieren en la obtención del mismo.

### **1. Recepción de Materia Prima**

En la Imagen 4 se observa la recepción de la materia prima, la misma que es recibida en sacos especiales los cuales contienen químicos que posteriormente serán mezclados, las botellas, tapas y demás componentes se los recibe en cajas.



**Imagen 4:** Recepción Materia Prima  
**Fuente:** Destilería Cartago

### **2. Tratamiento del Agua**

Como se observa en la Imagen 5 el agua potable es receptada en tanque reservorios posteriormente es tratada, la cual pasa por filtros para elevar aún más el pH del agua para continuar con el proceso.



**Imagen 5:** Tratamiento del Agua  
**Fuente:** Destilería Cartago

### 3. Almacenamiento de Agua Tratada

En la Imagen 6 después de ser el agua tratada pasa a ser almacenada en un tanque de reserva para que esta posteriormente sea utilizada en el proceso.



**Imagen 6:** Almacenamiento Agua Tratada  
**Fuente:** Destilería Cartago

### 4. Mezcla de Fórmula en Tanques

En la Imagen 7 se observa la mezcla de la fórmula esta se la realiza en tanques especiales que serán en los cuales se añaden todos los productos necesarios, químicos, agua y demás que servirán para la elaboración del Ron.



**Imagen 7:** Tanques de Mezcla  
**Fuente:** Destilería Cartago

## 5. Envasado de Ron

En la Imagen 8 se puede observar que el envasado se lo realiza por medio de las boquillas automáticas que controlan el llenado del envase hasta completarlo, se dispone de 6 boquillas automáticas que envasan al mismo tiempo las botellas.



**Imagen 8** Envasado de Ron  
**Fuente:** Destilería Cartago

## 6. Sellado de la Botella

En la Imagen 9 como se puede observar se colocan las respectivas tapas en la botella para posteriormente etiquetarlas.



**Imagen 9** Sellado de Botella  
**Fuente:** Destilería Cartago

## 7. Etiquetado de la Botella

En la Imagen 10 las botellas luego de ser envasadas y con su respectiva tapa pasan a ser etiquetadas este proceso se lo realiza manualmente.



**Imagen 10** Etiquetado de Botella  
**Fuente:** Destilería Cartago

## 8. Control de Calidad

En la Imagen 11 se observa el control de calidad que consiste en la observación de lotes distintos de producción para saber si algún envase contiene algún tipo de impureza o existen otros factores que hacen que no pase el control de calidad y este no cumpla con los requerimientos de calidad de producción.



**Imagen 11** Control de calidad  
**Fuente:** Destilería Cartago

## 9. Sellado de Cajas

En la Imagen 12 se observa que las botellas luego de cumplir todo el proceso respectivo son empaquetadas y selladas con cuidado para el almacenamiento y posterior entrega.



**Imagen 12** Sellado de la Caja  
**Fuente:** Destilería Cartago

## 10. Almacenamiento

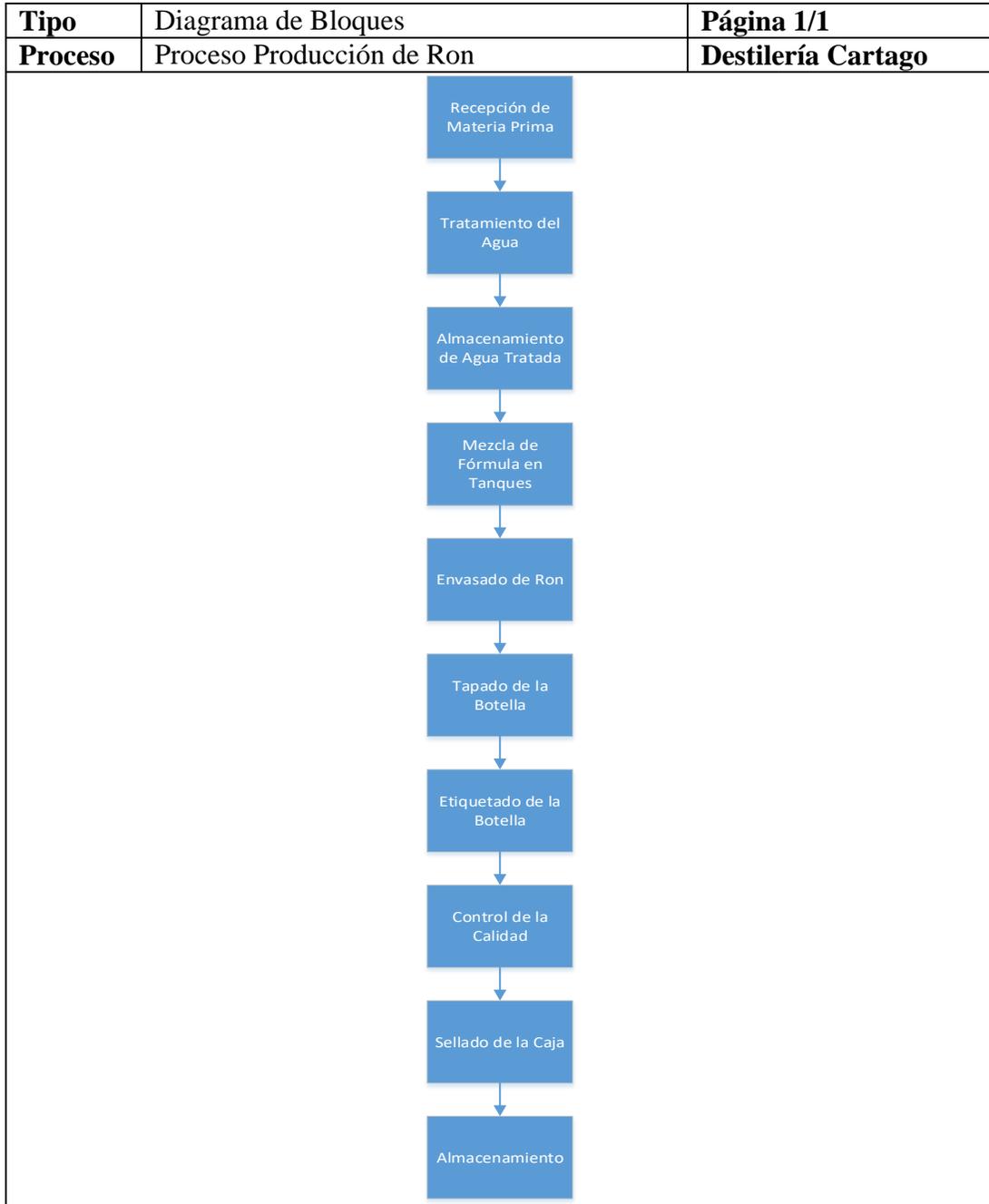
En la Imagen 13 se observa que las cajas son almacenadas en la bodega para posterior ser enviadas a sus respectivos clientes.



**Imagen 13:** Almacenamiento  
**Fuente:** Destilería Cartago

### Diagrama de Bloques

En la Imagen 14 se observa el diagrama de bloques en el cual se detalla el proceso de producción para la elaboración de Ron.



**Imagen 14** Diagrama de Bloques

**Elaborado por:** David Espín

A modo que se observa en el diagrama de bloques que representa el proceso producción de Ron, este no se puede simplificar ninguna operación ya que cada una de estas es

importante para todo el proceso no se puede realizar una antes de otra ya que esto produciría una alteración al producto final.

### Matriz de observación

En la matriz de la Imagen 15 se presenta algunos aspectos con los que se evaluó a la empresa Destilería Cartago por el método de Observación, se tomaron en cuenta varios aspectos los cuales nos permitirán evaluar de una manera correctiva y ver en qué situación se encuentra la empresa para que el proceso mejore y el producto terminado sea excelente calidad y los clientes estén satisfechos con el producto.

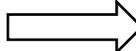
Donde:

**S:** Si

**C S:** Casi siempre

**No:** No

<b>Matriz de observación</b>				
<b>Aspectos a Observar</b>	<b>Evidencia</b>			<b>Observaciones</b>
	S	CS	N	
<b>OBREROS</b>				
Los obreros desempeñan su trabajo en conformidad con lo establecido para la producción.		X		
Los trabajadores están capacitados para utilizar correctamente la maquinaria y los materiales disponibles para la producción de Ron.	X			
<b>MATERIA PRIMA</b>				
La materia prima se asigna a tiempo para el proceso de producción.	X			
Se controla la calidad de la materia prima.		X		No siempre se hace un control porque se confía en los proveedores de la materia prima.
<b>INFRAESTRUCTURA</b>				

Continua 

→ Continua

<b>Matriz de observación</b>				
<b>Aspectos a Observar</b>	<b>Evidencia</b>			<b>Observaciones</b>
	S	CS	N	
La planta se adecúa a las necesidades de los obreros y a los procesos existentes.		X		La Planta está distribuida de acuerdo a las necesidades de los trabajadores.
La infraestructura asegura la salubridad en el procesamiento de Ron.	X			
<b>MAQUINARIA</b>				
La maquinaria disponible se adapta a la necesidad existente para el volumen de producción de Ron.	X			Con toda la maquinaria existente se cumple con todos los pedidos de los clientes.
La maquinaria de la empresa no está afín a lo requerido.		X		
<b>PRODUCTO TERMINADO</b>				
Se poseen retornos del producto, ya sea de unidades o de lotes, como consecuencia de defectos presentados.			X	Se reciben devoluciones por falta de compromiso del cliente mas no por defectos en el producto.
Los defectos que se pueden presentar hacen que la producción se paralice.		X		
<b>PROCESO PRODUCTIVO</b>				
La cadena de producción funciona correctamente		X		
Se observan cuellos de botella con cierta regularidad.		X		Muchas veces ocurren cuellos de botella ya sea porque algún trabajador descontinuó el proceso.

**Imagen 15** Matriz de Observación  
**Fuente:** (Guitérrez, 2014)

Ya concluida la matriz existen algunas observaciones, el análisis directo de todo el proceso de producción de Ron desde que se recibe la materia prima y pasa por cada una de las actividades establecidas hasta llegar al almacenamiento se aplicarán algunas técnicas de diseño y medición del trabajo que ayudarán que el trabajo sea más eficaz para esto se proporcionan datos cuantitativos de todo el proceso de Ron en la empresa

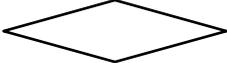
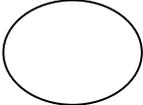
Destilería Cartago, todos estos datos servirán para tener algunos indicadores con los cuales se podrá proponer una mejora en todo el proceso de producción.

### Diagrama de flujo

“El diagrama de flujo es una representación gráfica de procedimientos de forma simple que representa los caminos de un proceso de forma correcta y ordenada que se deben cumplir dentro de una empresa, todas estas actividades que se involucran son de gran importancia para cumplir con los requerimientos de dicha empresa. ” (González, y otros, 2007)

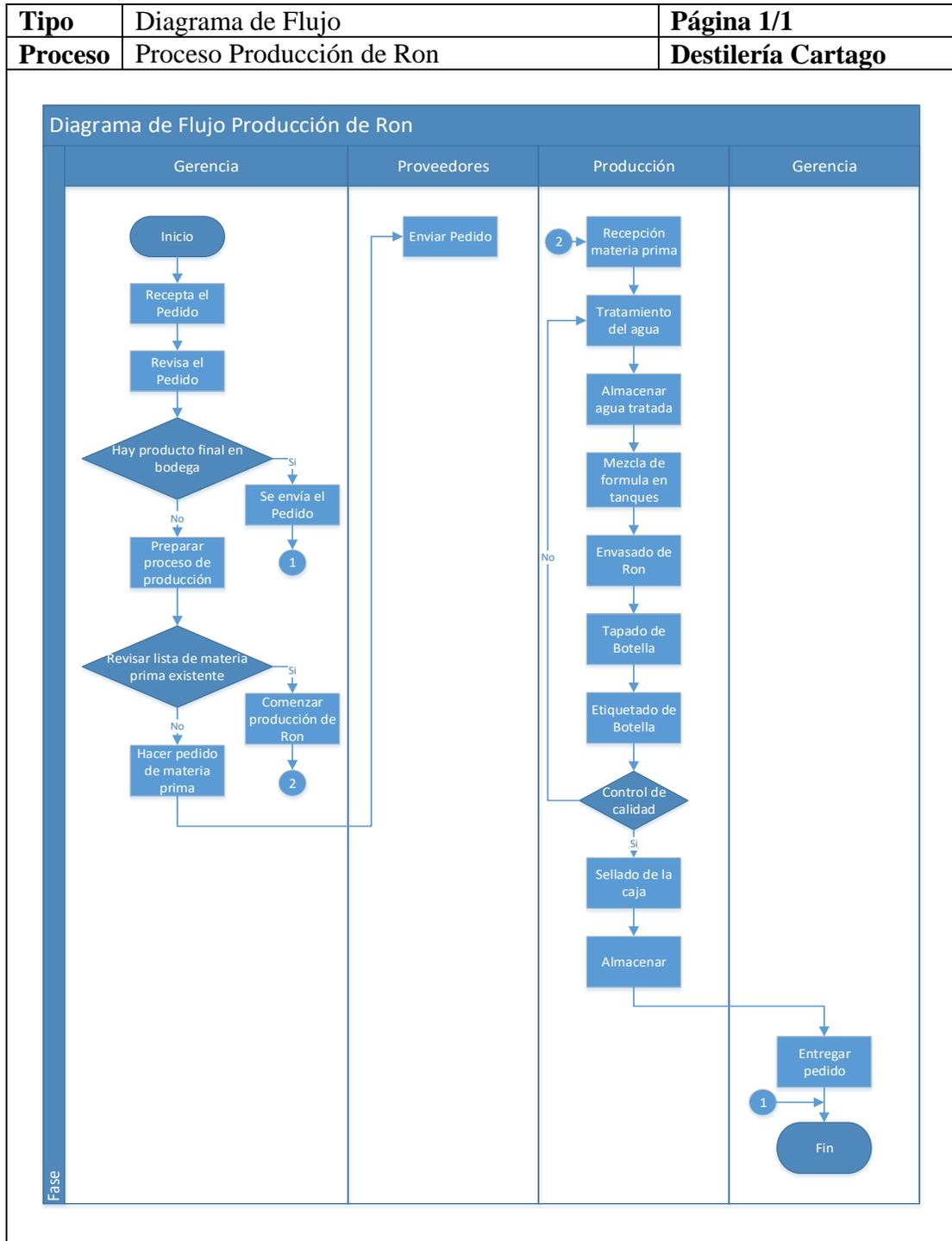
En la tabla 6 se observa la simbología utilizada para la elaboración del diagrama.

**Tabla 6** Simbología ( Diagrama de flujo)

<b>Operador</b>	<b>Símbolo</b>
<b>TERMINAL</b> Indica el inicio o el fin del proceso del flujo.	
<b>OPERACIÓN</b> Simboliza la ejecución de una actividad, operación referente a un procedimiento.	
<b>DECISIÓN O ALTERNATIVA</b> Representa un punto en el flujo en el cual se tomará una decisión de SI o NO.	
<b>DOCUMENTO</b> Indica a un documento utilizado en el proceso que se genere en cualquier actividad, este puede tanto ingresar como salir.	
<b>CONECTOR</b> Es la conexión de una parte del diagrama como otra parte que se encuentre lejana.	

**Fuente:** (González, y otros, 2007)

En la Imagen 16 se puede observar el diagrama de flujo el cual representa todos los pasos que se realiza para el proceso de producción de Ron.



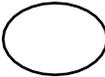
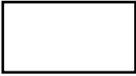
**Imagen 16** Diagrama de Flujo  
**Elaborado por:** David Espín

## Diagrama de Procesos

“En el diagrama de procesos se pretende conocer el número de operaciones que intervienen en el proceso de producción, con esto se puede reducir las demoras existentes o modificar algún tipo de secuencias las cuales podrían disminuir costos en la producción, la simbología que se utilizara es ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos), la cual es de fácil interpretación ” (González, y otros, 2007).

En la tabla 7 se puede observar la simbología que se utilizó para la elaboración del diagrama de procesos.

**Tabla 7** Simbología ( Diagrama de Procesos) ASME

<b>Operador</b>	<b>Símbolo</b>
<b>Operación</b> Muestra las fases principales del proceso.	
<b>Inspección</b> Verifica la calidad y/o cantidad del producto.	
<b>Desplazamiento o transporte</b> Indica el movimiento de los trabajadores, materiales de un lugar hacia otro dentro de la empresa.	
<b>Depósito provisional o espera</b> Muestra demora en el progreso de los hechos.	
<b>Almacenamiento permanente.</b> Muestra almacenamiento de un documento o información dentro de un archivo u objeto cualquiera.	

**Fuente:** (González, y otros, 2007)

En la Tabla 8 se puede observar el diagrama de procesos para la elaboración de Ron con sus respectivos tiempos y distancias recorridas que necesita cada actividad.

**Tabla 8** Diagrama de Procesos

		<b>PRODUCTO</b>		Ron ( 400 Cajas-4800 botellas)					
		<b>ACTIVIDAD</b>		TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN		
		Operación				METODO	ACTUAL		
		Trasporte				DIAGRAMA	#1		
		Inspección		43,8	0	OPERARIOS	7		
		Espera		40	0	ACTIVIDAD	Elaboración de Ron		
		Almacenamiento		25,6	15				
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				O p e	Tra	Espe	Ins p	A l m	
									
1	Recepción de Materia Prima	3	7,4	●					
2	Tratamiento del Agua	0	6,8	●					
3	Almacenamiento de agua Tratada	0	40			●			
4	Mezcla de fórmula en Tanques	2	31,2	●					
5	Envasado de Ron	1	169,4	●					
6	Tapado de Botella	1	80,4	●					
7	Etiquetado de Botella	1	31,2	●					
8	Control de calidad	0	43,8				●		
9	Sellado de caja	2	4,6	●					
10	Almacenamiento	15	25,6					●	
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>440,4</b>						

Elaborado por: David Espín

El diagrama de procesos se desarrolló en la empresa “Cartago Destilería.”, el mismo con el objetivo de dar a conocer todas las actividades que intervienen en el proceso de elaboración de Ron.

Cuando en la empresa se quiere tener una mayor productividad en su proceso de producción, se debe trabajar con todas las actividades que interactúan en dicho proceso para de esa forma poder hallar los cuellos de botella existentes y dar una solución con criterios de ingeniería.

En la Tabla 9 se muestra el resumen de todas las operaciones que intervienen en el proceso de elaboración de Ron con el tiempo total que se demora en la producción de 400 cajas es decir 4800 botellas.

**Tabla 9** Resumen Diagrama de Procesos

<b>RESUMEN</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Cantidad</b>
Elaboración de Ron	Operaciones 	7
	Inspección 	1
	Transporte 	0
	Demoras 	1
	Almacenamiento 	1
	<b>Total</b>	10
<b>Tiempo total (min)</b>	<b>Tiempo total (horas) / 400 cajas</b>	
440.4	7.34	

Elaborado por: David Espín

### Número de ciclos a Cronometrar

Se utilizará el método estadístico de la ecuación 1 en el cual se obtiene un 95% de confianza con una precisión de +0,05. (López, 2016)

#### Ecuación 1

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

Fuente: (López, 2016)

Elaborado por: David Espín

#### Donde:

**n**= Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

**n'**= Número de observaciones del estudio preliminar

**Σ** = Suma de los valores

**x** = Valor de las observaciones

**40** = Constante para un nivel de confianza de 04,45%

Para el reemplazo en la ecuación 2 se realizó una toma de 5 tiempos indistintamente, dando el siguiente resultado.

Tabla 10 Tiempos tomados aleatoriamente

x	x <sup>2</sup>
495,7	245718,49
485,4	235613,16
425,7	181220,49
420,2	176568,04
415,4	172557,16
<b>Sumatoria</b>	2242,4 1011677,34

Elaborado por: David Espín

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{5(1011677,34) - (2242,4)^2}}{2242,4} \right)^2$$

$$N = 9,555$$

Al encontrar un valor de 9,555 se procedieron a tomar 10 observaciones de tiempo por cada ciclo de trabajo.

### **Tiempo Promedio de cada una de las Actividades de Producción**

Para conocer la situación actual del proceso de elaboración de Ron se realizará una matriz con la cual se podrá calcular el tiempo promedio de cada actividad a realizarse para el proceso de producción y se establecerá un tiempo promedio de cada actividad.

La fórmula que se utilizará para el tiempo promedio es la siguiente:

#### **Ecuación 2**

$$TP = \frac{\sum TA}{N}$$

**Fuente:** (López, 2016)

**Elaborado por:** David Espín

#### **Donde:**

T P: Tiempo Promedio

T A: Tiempo de cada Actividad

N: Número de Mediciones

#### **Ejemplo:**

Para el ejemplo se tomó los datos de la primera actividad, recepción de materia prima que serán reemplazada en la ecuación 2:

$$TP = \frac{73,7}{10} = 7,37min$$

De la mismo forma se procede para el cálculo del Tiempo Promedio (TP) de las todas las actividades como se muestra en la Tabla 11.

**Tabla 11** Cálculo del Tiempo Promedio

Proceso de Elaboración de Ron													
No.	Actividades	Tiempos de cada Actividad (min)										Tiempo Total (min)	Tiempo Promedio (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Recepción de Materia Prima	7,4	7,1	6,9	7,6	8,2	7,3	6,7	7,8	7,5	7,2	73,7	7,3
2	Tratamiento del agua	6,8	6,5	7,1	5,8	6,7	6,3	6,4	5,6	7,4	6,1	64,7	6,4
3	Almacenamiento de agua tratada	40	37,2	43,8	39,3	41,6	40,4	44,8	35,2	38,1	43,1	403,5	40,3
4	Mezcal de fórmula en tanques	31,2	33,5	28,4	30,1	32,7	26,3	33,5	27,3	25,2	32,3	300,5	30,0
5	Envasado de Ron	169,4	170,4	165,2	168,6	172,3	166,5	171,2	173,9	168,2	170,1	1695,8	169,5
6	Tapado de botella	80,4	75,8	81,1	83,6	78,2	80,1	79,9	77,4	78,2	80,1	794,8	79,4
7	Etiquetado de botella	31,2	34,8	28,1	26,8	32,4	30,8	33,1	26,8	29,1	37,1	310,2	31,0
8	Control de calidad	43,8	40,2	45,6	38,5	41,2	37,2	39,7	43,7	42,1	37,9	409,9	40,9
9	Sellado de caja	4,6	3,9	4,1	3,8	4,3	4,1	4,6	4,1	3,9	4,1	41,5	4,1
10	Almacenamiento	25,6	26,6	21,9	24,2	39,8	20,4	24,1	26,7	23,7	25,1	258,1	25,8
												Total	435,27

**Elaborado por:** David Espín

### Tiempo Normal

Para el cálculo del tiempo normal de cada una de las actividades que intervienen en el proceso de producción de Ron se tomara en cuenta la actuación de cada operario durante toda la operación, se calificó al trabajador según la tabla 12 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La fórmula que se utilizará es la siguiente:

### Ecuación 3

$$T_{\text{Normal}} = T_o \cdot \frac{C}{100}$$

**Fuente:** (López, 2016)

**Elaborado por:** David Espín

**Donde:**

$T_N$  = Tiempo Normal

$T_o$  = Tiempo medio

C = Factor de desempeño del operario

**Tabla 12** Factor de desempeño del trabajador

Calificación	Descripción	Velocidad, Marcha, Km
0	Actividad nula	.....
50	Muy lento, movimientos torpes. El operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
75	Cortante, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
100	Activo, capaz, como de obrero calificado, medio pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.	8,0
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos, sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación virtuosa.	> 8,0

**Fuente:** Organización Internacional del Trabajo (OIT)

**Ejemplo:**

Con los datos de la primera actividad de recepción de materia prima reemplazamos en la ecuación 3:

$$T_N = T_o \cdot \frac{c}{100}$$

$$T_N = 4,66 \text{ min} \cdot \frac{100}{100}$$

$$T_N = 4,66 \text{ min}$$

De la misma forma se procede el cálculo del Tiempo Normal (TN) para cada una de las actividades como se muestra en la tabla 13, todas las actividades posteriores de igual manera serán calificadas acorde a la tabla 12 este valor florecerá según el desempeño del trabajador en la empresa estos valores son dados por la organización internacional del trabajador (OIT).

**Tabla 13** Cálculo Tiempo Normal

PROCESO DE ELABORACIÓN DE RON															
N°	Actividades	Tiempos de cada actividad (min) / lote										Tiempo total	Tiempo promedio	Factor de desempeño	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Recepción de Materia Prima	7,4	7,1	6,9	7,6	8,2	7,3	6,7	7,8	7,5	7,2	73,7	7,37	100	7,3
2	Tratamiento del Agua	6,8	6,5	7,1	5,8	6,7	6,3	6,4	5,6	7,4	6,1	64,7	6,47	100	6,4
3	Almacenamiento de agua Tratada	40	37,2	43,8	39,3	41,6	40,4	44,8	35,2	38,1	43,1	403,5	40,35	75	30,2
4	Mezcla de fórmula en Tanques	31,2	33,5	28,4	30,1	32,7	26,3	33,5	27,3	25,2	32,3	300,5	30,05	100	30,0
5	Envasado de Ron	169,4	170,4	165,2	168,6	172,3	166,5	171,2	173,9	168,2	170,1	1695,8	169,58	75	127,1
6	Tapado de Botella	80,4	75,8	81,1	83,6	78,2	80,1	79,9	77,4	78,2	80,1	794,8	79,48	100	79,4
7	Etiquetado de Botella	31,2	34,8	28,1	26,8	32,4	30,8	33,1	26,8	29,1	37,1	310,2	31,02	100	31,0
8	Control de calidad	43,8	40,2	45,6	38,5	41,2	37,2	39,7	43,7	42,1	37,9	409,9	40,99	100	40,9
9	Sellado de caja	4,6	3,9	4,1	3,8	4,3	4,1	4,6	4,1	3,9	4,1	41,5	4,15	100	4,1
10	Almacenamiento	25,6	26,6	21,9	24,2	39,8	20,4	24,1	26,7	23,7	25,1	258,1	25,81	75	19,3
												Total	435,27		376,32

**Elaborado por:** David Espín

Aquí se puede notar la deducción del tiempo normal para cada repetición de la actividad del proceso de producción, posteriormente se percibirá el Tiempo Normal para cada repetición, esto describe el tiempo requerido por el operario en condiciones normales para realizar cada una de las actividades indicadas.

### **Tiempo Estándar**

El tiempo estándar del proceso de producción de Ron es el tiempo que establece una unidad elaborada por cada trabajador apoderado de cada actividad encargada, esto se desarrolla con la velocidad normal que este requiera cada día de trabajo, además se incluye los síntomas de fatiga que el trabajador presente, esto se añade de acuerdo al sistema de suplementos del trabajador del Anexo 4 según la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La fórmula que se utilizará para el cálculo del tiempo estándar es la siguiente:

#### **Ecuación 4**

$$T_E = T_N \times (1 + \text{suplementos})$$

**Fuente:** (López, 2016)

**Elaborado por:** David Espín

#### **Donde:**

$T_E$  = Tiempo Estándar

$T_N$  = Tiempo Normal

Suplementos= Suplementario o demoras inevitables

### **Suplementos en el proceso de producción**

#### **Ejemplo:**

Con los datos de la primera actividad de recepción de materia prima reemplazamos en la ecuación 4:

$$T_E = T_N \times (1 + \text{suplementos})$$

$$T_E = 7,37 \text{ min} \times (1 + 0,13)$$

$$T_E = 8,32 \text{ min}$$

### Selección de Suplementos por Actividad

Los suplementos se seleccionaron en función del anexo 4 (tabla de suplementos) y se tomaron en cuenta para el proceso de producción de Ron. En la Tabla 14 se observa la calificación de los suplementos para cada actividad que interviene en la producción.

**Tabla 14** Calificación de Suplementos

<b>Proceso Elaboración de Ron</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Selección de Factores</b>	<b>Factor</b>	<b>Valoración</b>
<b>1</b> Recepción materia prima	Fatiga	4	13
	Necesidades personales	5	
	Fuerza	4	
<b>2</b> Tratamiento de agua	Fatiga	4	11
	Necesidades personales	5	
	Trabajo de pie	2	
<b>3</b> Almacenamiento agua tratada	Necesidades personales	5	11
	Trabajo de pies	2	
	Fatiga	4	
<b>4</b> Mezcal fórmula en tanques	Trabajo de pie	2	11
	Fatiga	4	
	Necesidades personales	5	
<b>5</b> Envasado de Ron	Fatiga	4	11
	Necesidades personales	5	
	Trabajo de pie	2	
<b>6</b> Tapado de botella	Necesidades personales	5	13
	Fatiga	4	
	Postura incomoda	2	
	Trabajo de pies	2	
<b>7</b> Etiquetado de botella	Fatiga	4	13
	Postura incomoda	2	
	Necesidades personales	5	
	Trabajo de pie	2	
<b>8</b> Control de calidad	Fatiga	4	13
	Postura incomoda	2	
	Trabajo de pie	2	
	Necesidades personales	5	
<b>9</b> Sellado de caja	Fatiga	4	13
	Postura incomoda	2	
	Necesidades personales	5	
	Trabajo de pie	2	
<b>10</b> Almacenamiento	Necesidades personales	5	14
	Fatiga	4	
	Postura incomoda	2	
	Trabajo de pie	2	

**Elaborado por:** David Espín

La Tabla 14 para calificación de los suplementos es correspondiente a cada actividad que conduce al proceso de producción de Ron, se ejecuta analizando cada necesidad personal, fatiga, trabajo de pie, postura incómoda estos suplementos son los que se tomó en cuenta para el proceso y con los cuales se calificó al trabajador.

### Cálculo de Tiempo Estándar

En la Tabla 15 se observa el cálculo del tiempo estándar para cada una de las actividades del proceso de elaboración de Ron.

**Tabla 15** Cálculo Tiempo Estándar

<b>Proceso de Elaboración de Ron</b>						
No.	Actividades	Tiempo Promedio (min)	Factor de Desempeño	Tiempo Normal (min)	Suplemento	Tiempo Estándar
1	Recepción de Materia Prima	7,37	1	7,37	13	8,32
2	Tratamiento del agua	6,47	1	6,47	11	7,18
3	Almacenamiento de agua tratada	40,35	0,75	30,26	11	33,58
4	Mezcal de fórmula en tanques	30,05	1	30,05	11	33,35
5	Envasado de Ron	169,58	0,75	127,18	11	141,16
6	Tapado de botella	79,48	1	79,48	13	89,81
7	Etiquetado de botella	31,02	1	31,02	13	35,05
8	Control de calidad	40,99	1	40,99	13	46,31
9	Sellado de caja	4,15	1	4,15	13	4,68
10	Almacenamiento	25,81	0,75	19,35	14	22,05
	<b>Sumatoria Total</b>	435,27		376,32		421,50

Elaborado por: David Espín

### Cálculo tiempo de ciclo

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{421,50\ min}{400\ cajas} = 1,05\ min/caja$$

## **La productividad**

Para incrementar la utilidad en la empresa Destilería Cartago es necesario desarrollar una productividad limpia, la misma que será el resultado de todas las acciones que interactúan para el proceso de producción de Ron.” (Guitérrez, 2014)

### **Ecuación 5**

$$**Productividad** = \frac{Productos\ Obtenidos}{Insumos\ Invertidos}$$

**Fuente:** (Guitérrez, 2014)

**Elaborado por:** David Espín

## **Producción Operativa Actual de la Empresa**

La productividad Actual permitirá conocer cuál es la eficiencia de cada trabajador al momento de la intervención en el proceso de elaboración de Ron durante cada jornada laboral que este tenga en el día.

La Destilería Cartago actualmente cuenta con 10 operarios que intervienen en el proceso de elaboración de Ron los cuales son encargados de producir 400 cajas diariamente, estos trabajan 8 horas diarias de Lunes a Viernes de 8h00 am a 17h00 pm con su respectiva hora de almuerzo.

### **Ecuación 6**

$$**Productividad Operativa** = \frac{Producción\ diaria}{Tiempo\ de\ cilo\ \left(\frac{min}{unidad}\right) * número\ de\ operarios}$$

**Fuente:** (Oliveras, 2016)

**Elaborado por:** David Espín

A continuación, se reemplazará los datos obtenidos en la ecuación de la Productividad Operativa.

$$Productividad\ Operativa = \frac{400\ cajas}{1,05 \left(\frac{min}{caja}\right) * 10\ trabajadores}$$

$$Productividad\ Operativa = 38,10\ cajas/trabajador$$

La empresa actualmente tiene una Productividad de sus operarios de 38,10 cajas/trabajador lo cual esto indica que la empresa no está manejando de una forma correcta todos los recursos humanos con los cuales cuenta la empresa.

### Costos de Producción

En la empresa Destilería Cartago para la elaboración de Ron se utiliza los recursos que se detallan a continuación toda esta información fue facilitada por la gerencia de la empresa estos son:

- Materia Prima (Saborizante Ron)
- Mano de Obra
- Costos de Servicios (luz)
- Insumos por lote de producción (botellas, tapas, etiquetas, cartones, cinta adhesiva)

### Costos de Producción Materia Prima

**Tabla 16** Costos Materia Prima

Materia Prima	Costo Materia Prima			
	Diario	Mensual	Costo x kilo	Costo mensual
Saborizante Ron	4 Kilos	18 Kilos	\$25	\$450

**Fuente:** Destilería Cartago

**Elaborado por:** David Espín

## Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (materia prima)

### Ecuación 7

$$Productividad\ Monofactorial = \frac{Salidas\ (unidades\ producidas)}{Entradas\ (materia\ prima)}$$

Fuente: (Betancourt, 2017)

$$Productividad\ Monofactorial = \frac{400\ cajas}{450\ kilos}$$

$$Productividad\ Monofactorial = 0,88\ cajas/kilos.mes$$

## Costos de Producción Mano de Obra

Tabla 17 Costos Mano de Obra

Costos Mano de Obra				
Trabajadores	Horas laborables	Días laborados al mes	Pago mensual	Total mensual
10	8	20	387	3870

Fuente: Destilería Cartago

Elaborado por: David Espín

## Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (mano de obra)

### Ecuación 8

$$Productividad\ Monofactorial = \frac{Salidas\ (unidades\ producidas)}{Entradas\ (mano\ de\ obra)}$$

Fuente: (Betancourt, 2017)

$$Productividad\ Monofactorial = \frac{400\ cajas}{10\ operarios}$$

$$Productividad\ Monofactorial = 40\ cajas/operario.mes$$

### Costos de producción Energía Eléctrica

Tabla 18 Costos Energía Eléctrica

Costos Energía Eléctrica		
Mes	Consumo mensual Kw/h	Costo
Enero	24	\$ 18,21
Febrero	1206	\$ 134,98
Marzo	513	\$ 64,38
Abril	524	\$ 67,82
Mayo	647	\$ 77,57
Junio	605	\$ 82,84
Promedio	586,5	\$ 74,34

Fuente: Destilería Cartago

Elaborado por: David Espín

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica)

#### Ecuación 9

$$Productividad\ Monofactorial = \frac{Salidas\ (unidades\ producidas)}{Entradas\ (energía\ eléctrica\ Kw/h)}$$

Fuente: (Betancourt, 2017)

$$Productividad\ Monofactorial = \frac{400\ cajas}{586,5\ Kw/h}$$

$$Productividad\ Monofactorial = 0,68\ cajas\ Kw/hora .mes$$

### Costos de Insumos por Lote de Producción

**Tabla 19** Costos de Insumos

Costos de Insumos utilizados al mes						
	Botellas	Tapas	Etiquetas	Cartones	Cinta Adhesiva	Total
<b>Cantidad</b>	4000	4000	4000	5000	100	
<b>Costo x unidad</b>	\$0.80	\$0.083	\$0.28	\$1.20	\$1	
<b>Costo Total</b>	\$3.200	\$332	\$1.120	\$6.000	\$100	\$10.752

**Fuente:** Destilería Cartago

**Elaborado por:** David Espín

### Costo por Caja

El costo de producción por caja de Ron Cartago actualmente es de \$ 15.

### Productividad Multifactorial

“La productividad multifactorial o productividad total de los factores manifiesta muchas influencias, incluidos factores cualitativos como una mejor gestión y mejor calidad de los insumos mediante capacitación y tecnología”. (Krajewski, y otros, 2008)

### Ecuación 10

$$\text{Productividad Multifactorial} = \frac{\text{Valor del Producto}}{\text{Insumos} + \text{Recursos}}$$

**Fuente:** (Palacios, 2016)

$$P.M. = \frac{\text{Cantidad de producto mes} * \text{precio de venta}}{\text{Costo Mp} + \text{Mano de Obra} + \text{Costo servicio basicos (luz)} + \text{Isumos (al mes)}}$$
$$P.M. = \frac{2000 * 15}{\$450 + \$3.870 + \$74 + \$10.750}$$

$$\text{Productividad Multifactorial} = 1,9$$

#### **Interpretación de la Productividad Global (PG):**

- Si  $PG > 1$ , indica que la producción origina más ingresos que costes (BENEFICIO)
- Si  $PG = 1$ , indica que la producción origina unos ingresos iguales al coste.
- Si  $PG < 1$ , indica que la producción origina menos ingresos que costes (PÉRDIDA)

**Fuente:** (Niebel, y otros, 2009)

El resultado de la Productividad Global es 1,9 este resultado está indicando que la empresa Destilería Cartago genera ganancias de 0,90 ctvs. por cada dólar de inversión en el precio de producción de Ron, cabe recalcar que en la empresa existen otros tipos de licores que se envasan dentro de la misma planta por esa razón algunos costos son sobrevalorados y existe un beneficio como resultado.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **Interpretación de Resultados**

En el presente capítulo se desarrollará un análisis de todos los resultados logrados por cada una de las herramientas utilizadas, toda la información recolectada será necesaria tanto la cualitativa como cuantitativa de todo el proceso de producción de Ron de la empresa Destilería Cartago.

#### **Análisis de la Entrevista**

En la entrevista realizada tanto al gerente como al jefe de producción de la empresa Destilería Cartago como se detalla las preguntas en el anexo 1 se dio los siguientes resultados.

Según la entrevista respecto a la primera pregunta tanto el gerente como el jefe de producción conocen el proceso de producción con el cual actualmente se halla la empresa pero no se encuentran tan conformes ya que por un lado cumplen con el plan de producción establecido, pero hallan algunas pérdidas de tiempo en todo el proceso piensan que si no existiera esas pérdidas de tiempo podrían superar las expectativas establecidas en su plan de producción, lo que no conocen exactamente es el tiempo estimado que se debe tomar cada actividad para continuar con el proceso hasta llegar al final.

Respecto a la segunda pregunta, el plan de producción que la empresa tiene establecido se cumple mes a mes, las entregas a los clientes siempre las hacen llegar a tiempo a pesar de que varias veces en la fábrica existen contratiempos con la culminación del producto por esa razón hay días que la empresa trabaja horas extra para poder cumplir

con esos objetivos, muchas veces dependerá del mes ya que no todos los meses son iguales, en el plan de producción esto ira variando según el mes en que se encuentre ahí podrá existir mayor o menor producción y si es necesario se contrata más personal por un tiempo determinado para que se pueda cumplir con el plan establecido.

En la tercera pregunta con respecto a las expectativas del mercado, la empresa logra cumplir con todos los pedidos que cada cliente lo realiza, pero en ocasiones estos pedidos pueden aumentar por lo cual se laboran horas extras para poder cumplir con toda la demanda establecida.

La cuarta pregunta respecto al plan de producción, la empresa trabaja con historiales de años anteriores, según eso se establecen nuevos objetivos para cada mes y así logran cumplir con los objetivos de producción de cada mes planificado.

En la quinta pregunta según el gerente el proceso es estandarizado, pero no de forma correcta ya que mucha de las veces no se cumple con esa estandarización y por esa razón es que existen demoras en el proceso, se supo manifestar que la empresa actualmente se encuentra adquiriendo maquinaria con esto tanto el gerente como su jefe de producción pretenden que no exista demoras en el proceso.

Con respecto a la sexta pregunta los principales de la empresa se sienten conformes con todo el personal de la empresa al momento no sienten la necesidad de contratar más empleados ya que con los 13 que trabajan cumplen con todas las expectativas.

La séptima pregunta con respecto al reporte mensual, la empresa genera un balance positivo, pero existen muchas horas extras que la empresa tiene que desembolsar a los trabajadores y eso es lo que se pretende eliminar.

### **Caracterización del Proceso**

Se especificó de una forma clara cuales son las entradas, salidas, controles y recursos que intervienen para la elaboración de Ron todos estos tienen su secuencia establecida y cumplen un orden específico que dará paso a su siguiente actividad hasta llegar al producto final.

## **Mapa de Procesos**

El mapa de procesos detalla claramente cada actividad que interviene en todo el proceso de producción de Ron, se da a conocer de una forma más profunda el funcionamiento y el desempeño de todos los métodos que actúan entre sí, existen actividades que operan de forma directa e indirectamente con el producto final.

## **Descripción del Proceso**

La descripción del proceso se detalla de forma clara, el objetivo de esta descripción es observar todos los requerimientos, materiales, materia prima, maquinaria y mano de obra que utiliza la empresa para el proceso de producción, esta descripción fue un elemento clave para el trabajo ya que a partir de aquí se pudo observar lo que se hace y cómo se lo hace, utilizando y empleando sobre esta información el análisis y cambios orientados a mejorar los resultados.

Se pudo observar que en la recepción de la materia prima existe mucha demora ya que no hay maquinaria adecuada para el desembarque de los insumos necesarios para la producción y el área de bodega está muy apartada del área de desembarque de estos insumos.

En el tratamiento de agua no hay muchas complicaciones ya que el agua pasa por los filtros de purificación y se puede trabajar con 5 filtros a la vez lo cual facilita el trabajo.

El almacenamiento de agua tratada, el tanque con el que cuenta la empresa es de 10.000 litros este facilita el trabajo de acumulación de agua, con ello se trabaja de manera constante sin mayores complicaciones este tanque puede tener almacenada agua hasta tres días sin ningún tipo de problema.

En el tanque de mezcla para la fórmula al igual que en el almacenamiento de agua se cuenta con un solo tanque aquí no existen muchos inconvenientes ya que este tiene una capacidad de 10.000 litros de almacenaje.

Al momento del envasado no se encuentra mayor problema ya que se cuenta con pistolas de envasado esto facilita el desempeño de los trabajadores.

En el sellado de las botellas mucha de las veces existe demora ya que este proceso se lo realiza manualmente y aquí existe mucho retraso por lo que, en esta actividad se pierde tiempo ya que se podrían sellar más botellas e incrementar la producción.

En el etiquetado de las botellas también existe demora por lo que este proceso se lo realiza de manera manual para eso la empresa está invirtiendo en máquinas automáticas que haga este trabajo de una manera más rápida y sencilla.

En el control de la calidad esto se lo realiza cada cierto lote aleatoriamente se toma una caja para realizar la revisión respectiva por el químico encargado.

El almacenamiento no se encuentran mayores inconvenientes ya que la bodega se encuentra junto al fin del proceso de producción.

### **Diagrama de Bloques**

Es un esquema sencillo en el cual se puede observar todo el proceso de producción de Ron, este se puede observar en la Imagen 14, allí se detalla el proceso en 10 actividades las cuales derivan en el producto final siendo estas: Recepción de materia prima, tratamiento del agua, almacenamiento de agua tratada, mezcla de fórmula en tanques, envasado de ron, tapado de botella, etiquetado de la botella, control de calidad, sellado de la caja y almacenamiento del producto final, aquí no se puede alterar ninguna actividad ya que cada una es importante para que continúe el proceso si hay alguna alteración no se podría continuar con la elaboración del producto final.

### **Matriz de Observación**

La matriz realizada en la imagen 15 se obtuvo las siguientes conclusiones:

Los obreros de la empresa no casi siempre desempeñan su trabajo en conformidad con lo establecido para la producción ya que la forma de trabajar de ellos es empírica es la forma de como aprendieron su trabajo, la capacitación al personal se lo realiza en ciertas ocasiones para que los empleados se concienticen sobre el mejor uso de los recursos que tienen a su disposición.

Todos los proveedores de materia prima con los cuales trabaja la empresa son de excelente calidad y cumplen con los tiempos establecidos para que así no exista retrasos en las actividades y poder trabajar de manera correcta con la producción final, todo esto permite lograr una solides con cada uno de los proveedores y no tener ningún tipo de inconvenientes.

La planta esta adecuada de forma que los trabajadores se sientan conformes para trabajar de forma correcta esta cuenta con la infraestructura necesaria la cual asegura la salubridad que se requiere para los procesos de producción de Ron, algunos aspectos en lo cual se deberá mejorar es en las proximidades que existen entre actividades con esto se pretenderá reducir tiempos y esto generará mayor producción de Ron.

Los precios de la maquinaria para producir Ron son costosos, hoy actualmente la empresa se encuentra remodelando su maquinaria por una más moderna lo cual ayudará mucho más a reducir los tiempos de producción y darle un mayor re potenciamiento a toda la empresa y aprovechar toda su capacidad de producción con su nueva maquinaria.

En relación al producto terminado la empresa nunca ha recibido devoluciones por mala calidad del mismo ya que se trabaja con materia prima de alta calidad y el proceso de elaboración es supervisado y confiable algunos defectos que se puede presentar es al momento de transportar la producción el cual se puede fragmentar alguna botella.

En el proceso productivo al contar con obreros que muchas de las veces no cuentan con experiencia hace que se genere retrasos en la producción por no conocer como es el funcionamiento de la maquinaria.

### **Diagrama de Flujo**

Esta herramienta es el modo en el cual se representa gráficamente todo el proceso que se ejecuta en la empresa para la elaboración del Ron como se revela en la imagen 16.

Al ser una empresa mediana solo interactúan 3 departamentos en la elaboración de Ron estos son la Gerencia, proveedores y producción estos 3 departamentos permiten que

todos los procesos se involucren y funcionen de una manera correcta para la obtención final de todo el proceso.

En la gerencia se encuentra varias actividades estas permiten que siempre exista materia prima para que no ocurra posibles retrasos en la producción, mientras tanto en el departamento de producción trabajan 10 empleados que están encargadas de todo el proceso de elaboración del Ron.

### **Diagrama de Procesos**

En el diagrama de procesos se tomó en cuenta la producción de 400 cajas de Ron que equivalen a 4.800 botellas listas y empacadas para su respectiva entrega en un día de trabajo normal siendo las siguientes:

Recepción de materia prima, tratamiento del agua, almacenamiento del agua tratada, mezcla de la fórmula en los tanques, envasado del Ron, tapado de la botella, etiquetado de la botella, control de calidad del producto, sellado de la caja y almacenamiento del producto final.

El proceso de producción es semi-automático por esa razón existe mucha demora en tiempos como en el tapado de las botellas ahí existe un retraso considerable ya que este proceso se lo realiza manualmente esta actividad toma alrededor de 80 minutos en todo el proceso de producción.

En total el tiempo de producción de las 400 cajas de Ron es de 440,4 minutos con una distancia de recorrido de 25 metros.

En la tabla 9 se muestra el resumen final del diagrama de Procesos esta se distribuye de la siguiente manera: operaciones 7 con un tiempo de 331 minutos y 10 metros de distancia, inspecciones 1 con un tiempo de 43,8 minutos con una distancia de 0 metros, transporte 0, demoras 1 con un tiempo de 40 minutos y 0 metros de distancia, almacenamiento 1 con un tiempo de 25,6 minutos y 15 metros de distancia con un total de 10 actividades que se realizan para la producción de Ron.

Esta producción se promueve dos o tres veces por semana dependiendo de la demanda requerida ya que la empresa también elabora diferentes tipos de bebidas alcohólicas.

### **Tiempo Promedio**

El tiempo promedio se estableció como referencia el cronometraje de 10 tiempos en cada actividad normal de acuerdo al método estadístico con el cual se trabajó que permite obtener un 95% de confiabilidad, estos tiempos fueron tomados en la empresa en condiciones normales con el cual se cumple el proceso de producción de elaboración de Ron como se muestra en la tabla 11, para cada actividad se calculó el tiempo promedio dando un total de todas las actividades de 453,27 minutos para culminar todo el proceso de producción.

En el tiempo promedio luego de las 10 observaciones existen evidentes cuellos de botella que retrasan el proceso estos están presentes en el tapado de las botellas y el etiquetado ya que estas actividades se las realiza manualmente.

### **Tiempo Normal**

Para el cálculo del tiempo normal como se observa en la tabla 13 fue asignado el factor de desempeño, este factor dependerá de la manera el cual el trabajador cumpla con su trabajo asignado los valores utilizados 50, 75 y 100 estos indicadores se encuentran en la tabla 12 (Factor de desempeño del trabajador), los valores fueron calculados junto con la toma de los 10 tiempos por cada actividad realizada, dando un total de un tiempo normal de 376,32 minutos para todo el proceso de producción de Ron.

Los trabajadores aquí fueron observados y tiene un desempeño promedio en cada una de sus actividades, muchas veces no están concentrados eso hace que su desempeño no sea efectivo al momento de la producción.

### **Tiempo Estándar**

Es el tiempo real en el cual se debe realizar todas las actividades para el proceso de producción de Ron, para el cálculo de este es necesario tener en cuenta el tiempo

normal de cada actividad y los suplementos los cuales fueron referenciados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) como se muestra en el anexo 4.

El cálculo del tiempo estándar como se muestra en la tabla 15 se tomó en cuenta para cada actividad, además se seleccionó el factor que puede aquejar al trabajador, al final se determinó un total de tiempo estándar de 421,50 minutos para el proceso de elaboración de Ron.

Cada trabajador fue observado en marcha en cada una de sus actividades correspondientes, aquí fueron evaluados por su desempeño muchos tienen fatiga y cansancio por fuerza o actividades repetitivas es por eso que rotan en las actividades designadas.

### **Productividad Monofactorial**

#### **Productividad Operativa**

En la empresa existe una productividad operativa actual de 38,10 cajas por trabajador esto indica que la producción puede aumentar aún más y que no se está explotando de manera correcta todos los recursos existentes dentro de la empresa ya que no existe mucha diferencia al número de cajas que se produce en la jornada laboral, ese valor debería mantenerse y no disminuir para que la empresa mantenga una línea de tendencia.

#### **Materia Prima**

La materia prima que es utilizada en el proceso de producción de Ron y que ingresa mensualmente es de 18 kilos utilizando diariamente 4 kilos diarios para una productividad de 400 cajas es decir de 4800 botellas, por lo que la productividad por cada caja es de 0,88 cajas por kilo al mes de producción.

#### **Mano de Obra**

La empresa actualmente cuenta con 10 trabajadores en la planta de producción estos trabajan 8 horas diarias y 20 días al mes los cuales perciben el sueldo básico de \$387

con lo cual existe un gasto de \$3.870 en el pago por los 10 trabajadores, esto nos da una productividad de 40 cajas por operario al mes, cabe recalcar que la empresa no solo se dedica a la producción de Ron y tiene otro tipo de producción de alcohol.

### **Energía Eléctrica**

El promedio de utilización de energía eléctrica dentro de la empresa es de 586,5 Kw al mes, siendo la productividad respecto a la energía eléctrica de 0,68 cajas por Kw la hora en el mes de producción de Ron.

### **Productividad Multifactorial**

El cálculo de la Productividad Multifactorial se tomó en cuenta todos los valores de las tablas 16, 17, 18, 19 ahí se muestran todos los insumos necesarios que se requieren para todo el proceso de producción siendo estos los costos de materia prima \$ 450, costo de mano de obra \$387, servicio luz \$74 y los insumos utilizados al mes \$10.750, proporcionando un resultado de la productividad multifactorial de 1,9.

#### **Ecuación 11**

$$P.M. = \frac{\text{Cantidad de producto mes} * \text{precio de venta}}{\text{Costo Mp} + \text{Mano de Obra} + \text{Costo servicio basicos (luz)} + \text{Isumos (al mes)}}$$

**Fuente:** (Palacios, 2016)

$$P.M. = \frac{2000 * 15}{\$450 + \$3.870 + \$74 + \$10.750}$$

$$\text{Productividad Multifactorial} = 1,9$$

Interpretación de la Productividad Global (PG):

- Si  $PG > 1$ , indica que la producción origina más ingresos que costes (BENEFICIO)
- Si  $PG = 1$ , indica que la producción origina unos ingresos iguales al coste.
- Si  $PG < 1$ , indica que la producción origina menos ingresos que costes (PÉRDIDA)

**Fuente:** (Niebel, y otros, 2009)

El resultado de la productividad multifactorial es 1,9 esto indica que existe ganancias de 0,90 ctvs. por cada dólar de inversión en la producción de Ron, pero hay que tomar en cuenta que la producción de Ron no es el único proceso que realiza la empresa, además de este realiza otros tipos de licores en las mismas instalaciones por esa razón algunos costos son sobrevalorados y existe un beneficio como resultado.

### **Contraste con Otras Investigaciones**

Al analizar el estudio realizado por (Esparza Rodriguez, 2017) con el tema “ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA PROINBE” (Esparza Rodriguez, 2017), se puede analizar lo siguiente:

El estudio realizó en estudio de tiempos dando un tiempo promedio de 1914.58 minutos necesarios para culminar con el proceso productivo, un tiempo estándar de 2108 minutos para que le trabajador realice las actividades necesarias dentro de la empresa, dando una productividad multifactorial de 1.1 demostrado en el 10% de ganancia que genera la empresa.

Mientras que en el estudio actual se calculó un tiempo promedio de 453,27 minutos para culminar todo el proceso de producción mientras que el tiempo estándar fue de 421.50 minutos para concluir con todo el proceso para que los trabajadores realicen

todas las actividades necesarias sin inconvenientes, la productividad multifactorial fue de 1.9 que representa 0,90 ctvs. por cada dólar de inversión en la empresa, pero hay que tomar en cuenta que esta empresa no solo se dedica a la producción de Ron además de esta la empresa se dedica a la elaboración y producción de otras bebidas alcohólicas y por esa razón hay amplio margen de ganancias que genera la empresa.

Al analizar el estudio realizado por (Sarzos Ibarra, 2016) con el tema “ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PULPA DE MORA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA AGROFRUIT DEL CANTÓN PILLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA” (Sarzos Ibarra, 2016), se puede analizar lo siguiente.

La empresa no cuenta con un proceso estandarizado lo cual hace que todas las actividades que se involucran en la elaboración del producto muchas de las veces cambien su orden y allí también cambian sus tiempo nunca van a tener un tiempo establecido ni una producción que podrían llegar a producir durante un día o un mes esto hace que la empresa no tenga un historial por no tener estandarizado su proceso por esa razón es necesario tener en orden y definida cada una de las actividades del proceso.

Mientras que en este estudio actual esta estandarizado el proceso actual y se puede tener un estimado o registros de tiempos y de producción se produce diariamente y mensualmente con estos registros se puede saber de qué manera la empresa está evolucionando y se encuentra estancada, todas las actividades están definidas ya sea por algún imprevisto de la planta, pero las actividades no cambiaran por lo que se encuentra estandarizado todo el proceso.

Al analizar el estudio realizado por (Sisalema Cardenas, 2018) con el tema “ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA AVÍCOLA PÉREZ DE LA CIUDAD DE AMBATO” (Sisalema Cardenas, 2018), se puede analizar los siguiente.

Del estudio mencionado anteriormente se dice que la empresa cual fue objeto de estudio analizo obtiene un valor de 3,8 de productividad multifactorial lo cual representa a la empresa un valor del 38% de ganancia mientras que la aceptación de la hipótesis con respecto a la productividad es débil según la correlación de Pearson, por lo cual la empresa requiere mejorar los procedimientos y realizar un estudio de tiempos más precisos para tener un mejor funcionamiento de la empresa.

El estudio actual se obtuvo un valor de productividad multifactorial de 1,9 la empresa obtiene ganancias de 0,90 ctvs. por cada dólar de inversión, pero ese valor podría incrementarse aún más ya que en la empresa se elabora otro tipo de licores y el Ron solo es producido dos o tres veces por semana, mientras que la regresión no lineal se obtuvo un valor de  $R^2$  0,689 que se asemeja a la región aceptable.

### **Comprobación de Hipótesis**

Para la comprobación de la Hipótesis con el tipo de variables encontradas en el estudio, se empleó un análisis de Regresión no Lineal.

### **Hipótesis**

H<sub>0</sub>= El proceso de producción de Ron, no tiene relación con la productividad de la empresa.

H<sub>1</sub>= El proceso de producción de Ron, si tiene relación con la productividad de la empresa.

### **Señalamiento de variables**

Variable Independiente: Proceso de producción.

Variable Dependiente: Productividad.

### **Modelo Matemático de las hipótesis**

El ajuste de curvas es un proceso mediante el cual, dado un conjunto de N pares de puntos {x, y}, siendo “x” la variable independiente, “y” la dependiente se determina

una función matemática de tal manera que la suma de sus exponentes de la diferencia entre la gráfica real y la obtenida mediante la función ajustada en cada punto sea mínima, mediante el siguiente modelo matemático:

**Ecuación 12**

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5$$

**Siendo:**

X: variable independiente

Y: variable dependiente

En la tabla 20 se presentan los datos con los cuales se trabajarán para la comprobación de la hipótesis estos datos corresponden al tiempo de proceso de producción diaria (x), y la productividad diaria de la empresa (y).

**Tabla 20** Tiempo Proceso de Producción Diaria vs Productividad

<b>Tiempo del Proceso Diaria vs Producción Diaria (10 días)</b>		
<b>Días</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Productividad (cajas)</b>
<b>1</b>	440,4	400
<b>2</b>	436	375
<b>3</b>	432,2	380
<b>4</b>	428,3	400
<b>5</b>	457,4	360
<b>6</b>	419,4	400
<b>7</b>	444	390
<b>8</b>	428,5	400
<b>9</b>	423,4	390
<b>10</b>	443,1	400

**Elaborado por:** David Espín

**Fuente:** Destilería Cartago

A continuación, en la tabla 21 se presentan los datos de “x, y” ordenados de menor a mayor para ser más precisos al momento de resolver el sistema de ecuaciones, también como se podrá notar al ser valores muy elevados se los divido para 100 para poder trabajar con valor menores y sea un resultado más preciso.

Todos estos valores posteriormente son reemplazos en el sistema de ecuaciones de grado 6 que se planteó para poder hallar las incógnitas que a la postre serán reemplazadas para poder dar un pronóstico.

**Tabla 21** Valores de x, y ordenados y aproximados

<b>Valores de x, y ordenados y aproximados</b>				
<b>x</b>	<b>xi</b>	<b>y</b>	<b>xn</b>	<b>yn</b>
419,4	1	400	4,194	4
423,4	2	390	4,234	3,9
428,3	3	400	4,283	4
428,5	4	400	4,285	4
432,2	5	380	4,322	3,8
436	6	375	4,36	3,75
440,4	7	400	4,404	4
443,1	8	400	4,431	4
444	9	390	4,44	3,9
457,4	10	360	4,574	3,6
<b>sumatorias</b>			43,527	38,95

Elaborado por: David Espín

En la tabla 22 se muestran los valores de “x” elevados a cada exponente, cada valor tiene su respectiva sumatoria que serán los valores que se necesiten para la resolución del sistema de ecuaciones.

**Tabla 22** Valores de x elevados a su exponente

<b>Valores de x elevados a su exponente</b>								
<b>x<sup>2</sup></b>	<b>x<sup>3</sup></b>	<b>x<sup>4</sup></b>	<b>x<sup>5</sup></b>	<b>x<sup>6</sup></b>	<b>x<sup>7</sup></b>	<b>x<sup>8</sup></b>	<b>x<sup>9</sup></b>	<b>x<sup>10</sup></b>
17,58	73,77	309,39	1297,60	5442,15	22824,37	95725,44	401472,53	1683775,79
17,92	75,90	321,368	1360,67	5761,09	24392,48	103277,76	437278,05	1851435,29
18,34	78,56	336,50	1441,25	6172,88	26438,48	113236,02	484989,87	2077211,62
18,36	78,67	337,13	1444,62	6190,20	26525,02	113659,72	487031,93	2086931,83
18,67	80,73	348,93	1508,07	6517,91	28170,42	121752,56	526214,56	2274299,34
19,09	82,88	361,36	1575,55	6869,40	29950,59	130584,58	569348,79	2482360,73
19,39	85,41	376,17	1656,67	7295,98	32131,51	141507,18	623197,62	2744562,36
19,63	86,99	385,48	1708,08	7568,51	33536,07	148598,35	658439,30	2917544,58
19,71	87,52	388,62	1725,49	7661,21	34015,80	151030,18	670574,03	2977348,7
20,92	95,69	437,70	2002,07	9157,50	41886,40	191588,43	876325,48	4008312,77
189,57	826,17	3602,69	15720,11	68636,86	299871,18	1310960,26	5734872,2	25103783

Elaborado por: David Espín

Estos valores calculados servirán para ser reemplazados en el sistema de ecuaciones, de cada exponente se tomará el total de la sumatoria que son los valores a ser

reemplazados en el sistema de ecuaciones de grado 6 que será resuelto por el método de Gauss-Jordan.

En la tabla 23 se muestran los valores de “x\*y” elevados a su respectivo exponente al igual que en la anterior tabla se tomarán los valores de las sumatorias totales para ser reemplazados en el sistema de ecuaciones.

**Tabla 23** Valores de x\*y elevado a su exponente

<b>Valores de x*y elevado a su exponente</b>				
<b>x*y</b>	<b>x<sup>2</sup>*y</b>	<b>x<sup>3</sup>*y</b>	<b>x<sup>4</sup>*y</b>	<b>x<sup>5</sup>*y</b>
16,77	70,35	295,08	1237,58	5190,41
16,51	69,9	296,01	1253,33	5306,63
17,13	73,37	314,27	1346,02	5765,01
17,14	73,44	314,71	1348,53	5778,48
16,42	70,98	306,78	1325,9	5730,69
16,35	71,28	310,80	1355,11	5908,31
17,61	77,5	341,6	1504,69	6626,68
17,72	78,53	347,98	1541,93	6832,32
17,31	76,88	341,36	1515,64	6729,4
16,46	75,3	344,50	1575,74	7207,47
<b>Total</b>	<b>169,45</b>	<b>737,67</b>	<b>3213,19</b>	<b>14004,56</b>

Elaborado por: David Espín

### Resolución de modelo matemático

El modelo matemático de grado 6 se resolvió mediante el método de Gauss-Jordan, esto permitió la resolución de las ecuaciones al ser un sistema muy extenso se utilizó un software libre llamado “matrixcalc” que facilitó el arrojó de las constantes como se muestra a continuación:

$$1. \quad \Sigma y = N * a + b * \Sigma x + c * \Sigma x^2 + d * \Sigma x^3 + e * \Sigma x^4 + f * \Sigma x^5$$

$$38,95 = 10 a + 43,52 b + 189,57 c + 826,17 d + 3602,69 e + 15720,11 f$$

$$2. \quad \Sigma x.y = a * \Sigma x + b * \Sigma x^2 + c * \Sigma x^3 + d * \Sigma x^4 + e * \Sigma x^5 + f * \Sigma x^6$$

$$169,45 = 43,52 a + 189,57 b + 826,17 c + 3602,69 d + 15720,11 e + 68636,86 f$$

$$3. \Sigma x^2 \cdot y = a * \Sigma x^2 + b * \Sigma x^3 + c * \Sigma x^4 + d * \Sigma x^5 + e * \Sigma x^6 + f * \Sigma x^7$$

$$737,67 = 189,57 a + 826,17 b + 3602,69 c + 15720,11 d + 68636,86 e + 299871,18 f$$

$$4. \Sigma x^3 \cdot y = a * \Sigma x^3 + b * \Sigma x^4 + c * \Sigma x^5 + d * \Sigma x^6 + e * \Sigma x^7 + f * \Sigma x^8$$

$$3213,19 = 826,17 a + 3602,69 b + 15720,11 c + 68636,86 d + 299871,18 e + 1310960,26 f$$

$$5. \Sigma x^4 \cdot y = a * \Sigma x^4 + b * \Sigma x^5 + c * \Sigma x^6 + d * \Sigma x^7 + e * \Sigma x^8 + f * \Sigma x^9$$

$$14004,56 = 3602,69 a + 15720,11 b + 68636,86 c + 299871,18 d + 1310960,26 e + 5734872,2 f$$

$$6. \Sigma x^5 \cdot y = a * \Sigma x^5 + b * \Sigma x^6 + c * \Sigma x^7 + d * \Sigma x^8 + e * \Sigma x^9 + f * \Sigma x^{10}$$

$$61075,50 = 15720,11 a + 68636,86 b + 299871,18 c + 1310960,26 d + 5734872,2 e + 25103783 f$$

El sistema de ecuaciones de grado 6, resuelto por el método de Gauss-Jordan que proporcionó el arrojo de las constantes del sistema siendo estos los siguientes resultados como se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24** Valores de las constates del modelo

Valores de las constantes		
137,24	a	X1
-55,93	b	X2
-1,05	c	X3
1,72	d	X4
0,24	e	X5
-0,06	f	X6

**Elaborado por:** David Espín

## Ecuación general, ajuste de la curva

### Ecuación 13

$$y = 137,24 - 55,929x - 1,0509x^2 + 1,7202x^3 + 0,2366x^4 - 0,0619x^5$$

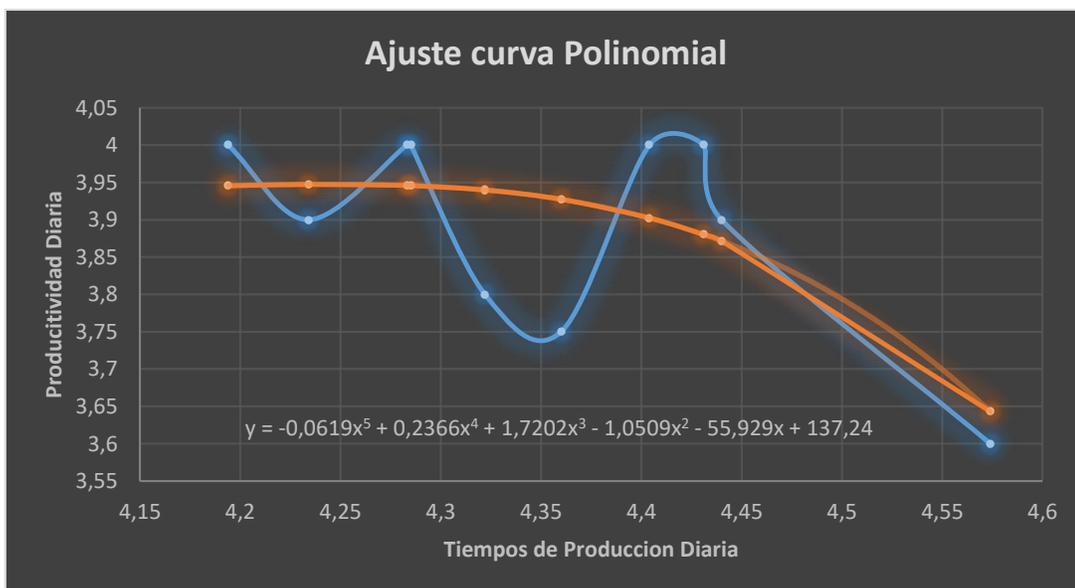
A continuación, en la tabla 25 se muestra el remplazo de las “x” para verificar el ajuste, cabe recalcar que estos valores no serán precisos por los decimales existente y será el valor de “y” pronosticado como se trabajó desde el principio.

**Tabla 25** Valores de “x” reemplazados en ecuación

Valores de “y” reemplazados en ecuación				
Y pronosticado	X	Y	Xn	Yn
3,94	419,4	400	4,194	4
3,95	423,4	390	4,234	3,9
3,94	428,3	400	4,283	4
3,94	428,5	400	4,285	4
3,94	432,2	380	4,322	3,8
3,92	436	375	4,36	3,75
3,90	440,4	400	4,404	4
3,87	443,1	400	4,431	4
3,86	444	390	4,44	3,9
3,63	457,4	360	4,574	3,6

**Elaborado por:** David Espín

Ya con todos estos valores computarizados por el sistema de ecuaciones se logró graficar con el software Excel, un ajuste de una curva polinomial como se muestra en la imagen 17.



**Imagen 17** Ajuste de curva Polinomial  
**Elaborado por:** David Espín

En la imagen 17 la gráfica de color azul relaciona la producción y la productividad de una jornada diaria todos estos datos fueron tomados en la empresa durante 10 días laborables, por ejemplo, el punto 4,2 en “x” representa 420 cajas producidas en el día, mientras que el punto 4 en el eje de las “y” representa 400 minutos necesarios para la producción.

La grafica de color naranja relaciona la producción y la productividad de una jornada diaria estos datos fueron calculados mediante una regresión polinómica, por ejemplo, la coordenada 4,2 en “x” representa 420 cajas producidas al día, mientras que el punto 3,95 de las “y” representa 395 minutos necesarios para la producción.

### Cálculo de $R^2$

#### Ecuación 14

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y_t - \bar{y})^2}$$

**Fuente:** (Economipedia, 2015)

**Elaborado por:** David Espín

**Donde:**

$\hat{y}$ : valor de productividad pronosticada

$\bar{y}$ : media de la productividad medida

$y_t$ : productividad observada

En la tabla 26 se muestran los datos para el cálculo del coeficiente de ajuste.

**Tabla 26** Tabla cálculo coeficiente de Ajuste

Tabla para cálculo de coeficiente de Ajuste				
x	y	y pronostico	(y-y <sub>me</sub> ) <sup>2</sup>	(y pronos-y <sub>me</sub> ) <sup>2</sup>
419,4	400	394,93	183,47	71,86
423,4	390	395,03	12,57	73,65
428,3	400	394,80	183,47	69,75
428,5	400	394,78	183,47	69,378
432,2	380	394,10	41,66	58,46
436	375	392,75	131,20	39,73
440,4	400	390,14	183,47	13,59
443,1	400	387,84	183,47	1,93
444	390	386,94	12,57	0,24
457,4	360	363,64	699,84	520,29
460	356	356,50	927,47	897,14
<b>sumatoria</b>			<b>2742,72</b>	<b>1816,06</b>

Elaborado por: David Espín

$$R^2 = \frac{1816,06}{2742,72}$$

$$R^2 = 0,66$$

### Análisis

La relación entre producción y productividad es aceptable ya que se halló un valor de  $R^2$  0,66 esto quiere decir que existe una relación positiva fuerte entre el proceso de producción y la productividad de Ron, explicando el modelo encontrado en un 66% el comportamiento de los datos observados.

Por lo cual, en el proceso de producción de Ron se acepta la Hipótesis Alterna y se señala que todo el proceso de producción de Ron tiene una vinculación con la productividad de la empresa.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Se estudió todas las fases del proceso de producción para la elaboración de Ron en la empresa Destilería Cartago, en la cual se evidencio que todo el proceso no tiene un tiempo estandarizado para la elaboración del producto, este proceso se realiza en una tarea conjunta de 10 actividades que derivan en el producto final, el tiempo de producción fue de 440,4 minutos con una distancia de 25 metros que se recorre en el interior de la planta de producción. Se registró un tiempo normal de 376, 32 minutos con un tiempo estándar de 421,50 minutos que es equivalente a 7,02 horas lo que indica que se puede elaborar más producto, pero esa brecha existente se debe por los cuellos de botella que se encuentran en el tapado de la botella y el etiquetado de la misma, estos cuellos cuando sean superados se cumpliría la jornada laboral y con más producción en el día sin necesidad de trabajar horas extras.
- Se estableció la productividad multifactorial utilizando todos los insumos necesarios que ingresan para la producción del Ron como son materia prima, mano de obra, costos de energía eléctrica, costos de insumos necesarios y las salidas que son el producto final generado al mes, listo para su despacho con un precio de venta sugerido por el gerente de la empresa de \$15 por la caja de 12 unidades de Ron, con todo esto se consiguió una productividad multifactorial de 1.9 que representa 0,90 ctvs. por cada dólar de inversión en la producción de Ron, pero cabe recalcar que dentro de la fábrica este producto

se elabora dos o tres días a la semana ya que la empresa también envasa otro tipo de bebidas alcohólicas.

- Se concluye que con todos los análisis realizados se obtuvo un valor de  $R^2$  de 0,66 esto quiere decir que la Producción se relaciona con la productividad puesto que el modelo presenta un valor muy próximo a la región aceptable que se encuentra entre 0,7 y 1, esto indica que si se modifica los tiempos de producción la productividad sufrirá un cambio siendo esto un indicador que la producción puede influir en la productividad.

### **Recomendaciones**

- Con el estudio realizado se recomienda que mediante un análisis más profundo la empresa logre la compra de maquinaria automática la cual se encargue del tapado de las botellas y el etiquetado de las mismas ya que en esos dos puntos del proceso de producción se encuentra el desperdicio de tiempo y los cuellos de botella, con esto se reduciría los tiempos y se aumentaría la producción diaria y mensual del producto.
- Se recomienda que todo el proceso de producción de la empresa se lo estandarice de mejor manera y se establezca un tiempo de producción fijo ya que de esa manera se optimizaría todos los recursos que ingresan a la empresa para la elaboración del producto, así se puede generar un mayor índice de productividad en la empresa Destilería Cartago.
- Se recomienda revisar este trabajo para los futuros investigadores interesados en profundizar cuales son los factores principales de la producción que pueden influir en la productividad.

## **Bibliografía**

**Betancourt, Diego. 2017.** Ingenio empresa. Ingenio empresa. [En línea] Ingenio empresa, 23 de 06 de 2017. [Citado el: 17 de 10 de 2018.] <https://ingenioempresa.com/productividad/>.

**Economipedia. 2015.** Economipedia. Economipedia. [En línea] Economipedia, 08 de MARzo de 2015. [Citado el: 15 de Octubre de 2018.] <http://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>.

**EcuRed. 2015.** EcuRed. EcuRed. [En línea] CP, 7 de Junio de 2015. [Citado el: 12 de Enero de 2018.] [https://www.ecured.cu/Ron\\_San\\_Miguel.10400](https://www.ecured.cu/Ron_San_Miguel.10400).

**Esparza Rodriguez, Raul. 2017.** Estudio del Proceso de Producción de bebidas no alcohólicas y su Incidencia en la Productividad de la Empresa Proinbe. Ambato : s.n., 2017.

**Galan Amador, Manuel. 2008.** Galan . Galan . [En línea] Blosgspot, 27 de Mayo de 2008. [Citado el: 09 de Abril de 2018.] [http://manuelgalan.blogspot.com/2008\\_05\\_25\\_archive.html](http://manuelgalan.blogspot.com/2008_05_25_archive.html). Gal88.

**González, Francisco Javier Miranda, Mera, Antonio Chamorro y Lacoba, Sergio Rubio. 2007.** Introducción a la gestión de la calidad. Madrid : Delta, 2007. 84-96477-64-9.

**Guitérrez, Humberto Pulido. 2014.** Calidad y productividad. Mexico : Alafi Impresores S.A de C.V, 2014. 90-098.

**Krajewski, Lee, Ritzman, Larry y Malhotra, Manoj. 2008.** Administracion de Operaciones Procesos y Cadenas de Valor. Mexico : Pearson Educacion, 2008. ISBN:978-970-26-1217-9.

**López, Bryan Salazar. 2016.** Ingenieria Industrial Online. Ingenieria Industrial Online. [En línea] BryanSalazar López, 20 de Febrero de 2016. [Citado el: 12 de Junio

de 2018.] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos>. 4.0.

**Mejía, Carlos Alberto. 2012.** Productividad Empresarial. Medellín : Planning, 2012. T673.

**Niebel, Benjamin W y Freivalds, Andris. 2009.** Ingeniería industrial, metodos estandares y diseño del trabajo. Ingeniería industrial, metodos estandares y diseño del trabajo. Mexico : MCGraw Hill, 2009.

**Nuñez, Miguel B. 2007.** Material de apoyo del seminario Gestión de la Productividad. Venezuela : RED, 2007. RT56.

**Oliveras, Enric. 2016.** Grupo-pya. Grupo-pya. [En línea] Pya, 21 de 5 de 2016. [Citado el: 17 de 10 de 2018.] <https://blog.grupo-pya.com/calcular-la-productividad-global-la-empresa/>.

**Palacios, Acero Luis Carlos. 2016.** Ingeniería de Metodos Movimientos y Tiempos. Bogota : Ecoe, 2016. 978-958-771-342-8.

**Sarzosa Ibarra, Lenin. 2016.** Estudio del proceso productivo de pulpa de mora y su incidencia en la productividad de la empresa Agrofruit del cantón Pillaro provincia de Tungurahua. Ambato : s.n., 2016.

**Sisalema Cardenas, Carlos. 2018.** Estudio del proceso de producción de huevos y su incidencia en la productividad de la Empresa avícola Pérez de la ciudad de Ambato. Ambato : s.n., 2018.

**SRI. 2017.** SRI. SRi. [En línea] Plataforma Gubernamental Financiera, 23 de Febrero de 2017. [Citado el: 28 de Enero de 2018.] <http://www.sri.gob.ec/web/guest/simar>. 114-52.

**Suñé, Albert, Gil Vilda, Francisco y Arcusa Postils, Ignacio. 2004.** Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. Marid : Diaz De Santos, 2004. ISBN: 97884.

# ANEXOS

## **Anexo 1: Guion de Entrevista**

**Entrevistado:**

**Cargo:**

- 1. ¿Cómo se encuentra actualmente el proceso de producción de Ron en su empresa?**
- 2. Conoce usted todo el proceso de producción de Ron detalladamente?**
- 3. Cumplen con todas las expectativas de la demanda del mercado?**
- 4. La cantidad de Ron producida cumple con el plan de producción?**
- 5. Cree usted que estandarizar el proceso mejoraría la producción en su empresa?**
- 6. Piensa que la mano de obra es suficiente para cumplir con los objetivos de la empresa?**
- 7. Cuál es el balance que se reporta mensualmente de la producción de Ron?**
- 8. Conoce usted el número de actividades y las funciones de cada una en la producción de Ron?**

**Anexo 2: Plan de Producción de Ron Destilería Cartago (Mensual)**

<b>Producto:</b> Ron		
<b>Responsable:</b> Gerente		
<b>Mes</b>	<b>Producción en Cajas</b>	<b>Observación</b>
<b>Enero</b>	2040	
<b>Febrero</b>	4120	
<b>Marzo</b>	3250	
<b>Abril</b>	3730	
<b>Mayo</b>	2160	
<b>Junio</b>	3400	

**Fuente:** Destilería Cartago

**Anexo 3:** Registro de Producción de Ron Destilería Cartago (Mensual)

<b>Producto:</b> Ron		
<b>Responsable:</b> Jefe de Producción		
<b>Mes</b>	<b>Producción en Cajas</b>	<b>Observación</b>
<b>Enero</b>	2030	
<b>Febrero</b>	4118	
<b>Marzo</b>	3250	
<b>Abril</b>	3728	
<b>Mayo</b>	2155	
<b>Junio</b>	3300	

**Fuente:** Destilería Cartago

**Anexo 4:** Sistema de suplementos

<b>Suplementos Constantes</b>	
1. Suplemento personal	5
2. Suplemento por fatiga básica	4
<b>Suplementos Variables</b>	
1. Suplemento por estar de pie	2
2. Suplemento por posición anormal	
a) Un poco incomoda	0
b) Incomoda (agachado)	2
c) Muy incómoda (tendido, estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar): Peso levantado, en libras:	
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 debajo de lo recomendada	0
b) Bastante menor que lo recomendada	2
c) Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variable	0 – 100
6. Atención requerida:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o preciso	2
c) Trabajo muy fino y muy preciso	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente – fuerte	2
c) Intermitente – muy fuerte	5
d) De tono alto - fuerte	5
8. Estrés mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Atención compleja o amplia	4
c) Muy compleja	8
9. Monotonía:	
a) Nivel bajo	0
b) Nivel medio	1
c) Nivel alto	4
10. Tedio:	
a) Alto tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

**Fuente:** Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2004