



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
"LISANDRO ALVARADO"  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA EN LA COMPAÑÍA BRAHMA  
DE VENEZUELA S.A. APLICANDO LA METODOLOGÍA PHVA.

AUTORES: NUÑEZ, FREIDER.  
TORREALBA, GABRIELA.

TUTORA: ING. MSC. EDUVIGES MONTILLA

OCTUBRE, 2012



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
"LISANDRO ALVARADO"  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA EN LA COMPAÑÍA BRAHMA  
DE VENEZUELA S.A. APLICANDO LA METODOLOGÍA PHVA.

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero  
de Producción

AUTORES: NUÑEZ, FREIDER.  
TORREALBA, GABRIELA.

TUTORA: ING. MSC. EDUVIGES MONTILLA

OCTUBRE, 2012



ACTA FINAL DE EVALUACION DE TRABAJO DE GRADO

Barrquisimeto, a los 09 dias del mes de octubre de 2012.

En el día de hoy, constituido el jurado evaluador y teniendo por sede las instalaciones del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL "LISANDRO ALVARADO", después de realizada la Presentación Pública del Trabajo de Grado, como requisito parcial para optar al título de INGENIERO DE PRODUCCION del (la) Bachiller :

APELLIDOS:	Torrealba Trezza,
NOMBRES:	Gabriela Nazareth
CEDULA DE IDENTIDAD:	20.068.770
TITULO DEL TRABAJO:	Factores que inciden en la Calidad Microbiológica del Proceso de Elabóración de Cerveza en la Compañía Bechmo.

Presente el (la) estudiante y constatado que la actividad de evaluación realizada se ajusta a la Normativa de Trabajo de Grado establecida por esta institución para tal efecto, se procedió a aplicar la evaluación obteniendo como resultado final, en la escala de 0 a 20 puntos, la calificación de:

Diecisiete coma siete	19,7	Aprobado
En letras	En números	Resultado (Aprobado/Aplazado)

TUTOR ACADEMICO	JURADO	JURADO
Nombre: Edwige Morillo	Nombre: Guenella Polleri	Nombre: Roxana Martínez
C.I.: 9624834	C.I.: 22330087	C.I.: 7926536



09/10/12





UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
 "LISANDRO ALVARADO"  
 DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 PROGRAMA INGENIERIA DE PRODUCCIÓN



ACTA FINAL DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

Barrquisimeto, a los 09 días del mes de Octubre de 2012.

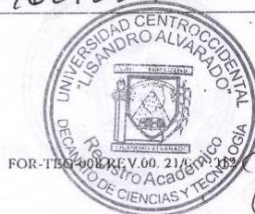
En el día de hoy, constituido el jurado evaluador y teniendo por sede las instalaciones del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL "LISANDRO ALVARADO", después de realizada la Presentación Pública del Trabajo de Grado, como requisito parcial para optar al título de INGENIERO DE PRODUCCIÓN del (la) Bachiller :

APELLIDOS:	Núñez Giménez
NOMBRES:	Frieder José
CEDULA DE IDENTIDAD:	19726178
TÍTULO DEL TRABAJO:	Factores que inciden en la Calidad Microbiológica del Proceso de Elaboración de Cerveza en la Compañía Brahma.

Presente el (la) estudiante y constatado que la actividad de evaluación realizada se ajusta a la Normativa de Trabajo de Grado establecida por esta institución para tal efecto, se procedió a aplicar la evaluación obteniendo como resultado final, en la escala de 0 a 20 puntos, la calificación de:

Diecinueve con siete	19,7	Aprobado
En letras	En números	Resultado (Aprobado/Aplazado)

TUTOR ACADEMICO	JURADO	JURADO
Nombre: Edwiges Montalbán	Nombre: Guirella Polleri	Nombre: Roxana Martínez
C.I.: 9624834	C.I.: 22330087	C.I.: 7926536



Recibido  
 09/10/12



## DEDICATORIA

Primeramente a DIOS por ser el creador de la vida y por permitirme realizarme como persona, formarme como profesional y hoy en día llevar a cabo este proyecto de investigación. Con DIOS todo!

A mi mamá Patricia Trezza por ser apoyo incondicional y en muchas ocasiones madre y padre también, fue el ser que me dió la vida y que me ha formado como persona, quien me ha dado consejos y regaños que me han servido a lo largo de mi vida.

A mi papá Pedro Torrealba que aunque no estemos cerca y nos veamos esporádicamente siempre lo tengo presente en mis pensamientos.

A mis hermanas Sofia Adriana y Sofia Antonella y hermanos Anthony, José, Alejandro, Fabio y Santiago que son lo más preciado y bello que DIOS me ha podido otorgar, por los cuales luché día a día para superarme y así poder ser un ejemplo a seguir para ellos.

A mis tesoros Cono, Marianna y Mía, son ángeles que vinieron a iluminarme y alegrarme la vida, por los cuales me desvivo.

A mis tíos Cono Trezza y Francisco Trezza quienes más que tíos han sido unos PADRES, al igual que mi mamá son una fuente de apoyo incondicional, personas maravillosas que me han ayudado en todo momento. A sus esposas Meiling Piñero y Rosmary Rodríguez respectivamente, quienes han sido unas excelentes tías y madres sensacionales para mis tesoros. También a mi tía Rafaela y mis primas Ana, Loredana, Maristella y mi primo Simón que siempre los llevo en mi corazón, recordando bellos momentos de la infancia.

A mi nonno Domenico Trezza y nonna Antonia Blasi, quienes son símbolo de constancia y disciplina, son dos seres maravillosos.

A mi novio Luis Orellana quien ha estado presente desde el inicio de mi formación universitaria, fuente de apoyo, pañito de lágrimas, descarga de molestias y persona que me ha dado ánimo de seguir adelante en todo momento. A su hija Valentina, la cual me alegra en todo momento.... A mi suegra, Livia Herize quien

con su gran ánimo del humor y belleza interior me ha conquistado, símbolo de esfuerzo, constancia y admiración.

A las mejores amigas que he podido tener, por las cuales le agradezco muchísimo a DIOS....Andreina, Diana, Fernanda y Milangela quienes me han ayudado, aconsejado y hecho reír en todo momento.

A papá Miguel, una gran persona, padre de una de mis mejores amigas que aunque es un poco regañón y obstinado es una persona maravillosa, perseverante, luchadora y trabajador, él fue quien me inscribió en la carrera y me motivo a estudiar Ingeniería. Mama Lesbia y Mileidy son como otra madre y otra hermana respectivamente, realmente en esa casa me siento como en mi hogar.

A Lilibet Colombo, una gran amiga de la familia que siempre está pendiente de todos y de todo, mostrando su cariño y dedicación.

A la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado por formarme como profesional multidisciplinario y por ser una excelente casa de estudio, brindándome todas las oportunidades y beneficios necesarios para poder superarme y ser una gran profesional, a pesar de todas las noches de traspaso, enfermedades emocionales, adelgazamiento cada vez que iba a presentar un tercer corte...Valió la pena!

A excelentes profesores como Rafael Perdomo, Jorge Saenz, Ives Noggier, Roxana Martínez, Verónica Rojas, Cesar Torrellas, José Luis García, Yasmery Urdaneta, Jazmín Sánchez, Mario Vegas, entre otros....Personas preparadas, con muchísimos conocimientos, profesionales excelentes quienes han prestado su ayuda y apoyo incondicional en todo momento. También a Haydee González, Ana Cumare y Olena González quienes estuvieron presentes en toda nuestra carrera universitaria.

A mis compañeros de clases, estudios de locuras, noches interminables y esfuerzos máximos por salir bien, quienes han estado disponibles para estudiar y ayudar en todo momento.

A mi compañero de tesis Freider Nuñez, quien ha demostrado ser una bella persona, excelente amigo, con muchísimos conocimientos que complementan nuestras personalidades y habilidades.

A nuestros amigos los pasantes de Brahma Iván Moreno, Arnelly Lucena, Astrid Perozo y Reinaldo Guanipa con quienes compartimos grandes momentos y aprendimos de mecánica, química y administración y con los que constantemente discutíamos ¿Cuál es la mejor área? Obvio se sabe la respuesta...Procesos y Calidad.

A la empresa Brahma y al excelente equipo de trabajo con el que cuenta, con mucho potencial y conocimientos, dispuestos a dar el todo por el todo con el fin de que su empresa surja y llegue a su máxima eficiencia.

A nuestros tutores empresariales Aldreina Álvarez y Walter Finkbeiner, nuestra tutora académica Eduviges Montilla....No tengo palabras para agradecerle por lo bien que se han portado, por su disponibilidad en todo momento por ayudarnos y por todas sus enseñanzas.

Gabriela Torrealba.



## DEDICATORIA

Agradezco a DIOS por darme lo más importante para mí que es mi familia, por darme vida, salud entre muchas otras cosas.

Agradezco a mi Madre por darme la vida y su total apoyo en todo lo que me he propuesto además de todo su amor.

A mi padre que ya está con DIOS, él siempre estuvo al pendiente dispuesto apoyarme en lo que necesitaré, por darme la vida, enseñarme lo importante que es trabajar y ganarse las cosas con su propio sudor.

A mis hermanos Freynery, Freinesis, Freisismar y Leonel que los llevo siempre en mi corazón a pesar de las diferencias que podamos tener.

A mis tíos Víctor, Rafael, Maritza, María Elena Giménez por prestarme todo el apoyo en el trayecto de mi carrera.

A mis amigos del alma Eliezer (Eliel), Felipe (Chaco), Alexis (Braga) que han estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida. A mis ex-compañeros de bachillerato que siempre han estado al pendiente de mí.

A mi compañero y excelente amigo Hernán Freítez que ya no se encuentra con nosotros, por todos los momentos compartidos en la carrera y las interminables noches de estudio.

A mi grupo de estudio y más que eso mis hermanos Angely Colombo, Greismar Rodríguez, Eliezer García, José Freitez (Chuwa), José Carlo Morillo, por su total apoyo y su ayuda ya que sin ellos no estuviese donde estoy.

A mis compañeros de clase que siempre han estado dispuestos a colaborar y por intercambiar tantos conocimientos a la hora de estudiar.

A mis amigos de la carrera Luis González (Carora), José Liscano, Georges Haddad y demás compañeros que a pesar de no compartir muchas materias me han apoyado y brindado su amistad.

A mis compañeros de promoción por todos los momentos buenos y malos vividos a lo largo de estos 5 años.



A los Profesores Yves Noggier, Roxana Martínez, Mario Vegas, Rafael Perdomo, Flor Montes de Oca, Rafael Torrealba, Verónica Rojas y demás profesores que además de enseñarme me brindaron su amistad y su apoyo.

También a Haydee González y Ana Cumare por brindarme su apoyo y su conocimiento en el laboratorio.

A Olena González por regalarme su amistad y por siempre estar dispuesta a ayudarme en lo que necesite.

A mi compañera de tesis Gaby por brindarme su amistad y por ser tan bella persona, abrirme las puertas de su casa y complementar un equipo de trabajo excelente.

A mis tutores empresariales Walter Finkbeiner y Aldreina Álvarez por toda su ayuda y total colaboración.

A los técnicos y Operadores de cocimiento y fermentación ya que sin ellos no se hubiese realizado este trabajo.

A los supervisores Yvan, Zulaima, Rafael, Alejandro, Yohat por compartir sus conocimientos y ayudarme a comprender el sistema de la compañía.

A Gabriela Torres, Francis y demás personas del Departamento de Gente y Gestión por brindarme su apoyo.

A la compañía Brahma Venezuela por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de conocer el proceso de elaboración de la cerveza.

Y a todas las personas que de una manera u otra siempre estuvieron al pendiente de mí y de mi carrera.

Freider Nuñez.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS, fuente de vida y pilar fundamental para llevar a cabo todos mis proyectos y oportunidades a lo largo de la vida.

A mis padres y familiares por ser símbolo de disciplina y esfuerzo y por convencerme que cuando la persona quiere...puede!

A mis amigas y amigos por animarme y entretenerme en mis días de agotamiento y cansancio físico y mental.

A la UCLA y al excelente personal que labora en la institución por contribuir en mi formación profesional.

Al profesor Rafael Perdomo por ayudarnos y luchar junto a nosotros en cada momento.

A nuestros tutores empresariales Walter Finkbeiner y Aldreina Álvarez por brindarnos el apoyo, información y experiencia necesaria para poder llevar a cabo el presente proyecto. Personas con un gran potencial en cuanto a conocimientos y experiencias laborales.

A Gabriela Torres, quien nos adopto en nuestras primeras entrevistas y nos ayudo además al ingreso de la planta. A Denis Garage, quien nos acepto en la planta.

A Alejandro Pérez, Zulaima Silva, Iván Ramos, Rafael Delgado, Johath Pinto, Juan Rodríguez, Beatriz Hernández, Samuel Blanco, a los dueños de las áreas Cocimiento, Fermentación- Maduración y Filtración y al grupo de trabajadores altamente calificado...Nuestras más sinceras GRACIAS!

A nuestra tutora académica Eduviges Montilla por ayudarnos, corregirnos y orientarnos en la presente investigación. A nuestras profesoras Yamileth Lucena, Yasmery Urdaneta, Gianella Polleri y Roxana Martínez quienes con su dedicación y tiempo nos encauzan a llevar a cabo un excelente proyecto.

Los Autores.

## INDICE

	pp.
LISTA DE TABLAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA GRÁFICOS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO.....	3
I EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivo.....	5
Justificación.....	6
Alcance y limitaciones.....	7
II MARCO TEORICO.....	8
Antecedentes.....	8
Bases Teóricas.....	10
Bases Legales.....	44
Glosario de Términos.....	47
III MARCO METODÓLOGICO.....	51
Naturaleza de la Investigación.....	51
Diseño de la Investigación.....	52
Unidad de Estudio.....	55
Población y Muestra.....	55
Técnicas e instrumentos de Recolección de datos.....	56
Técnicas de Procesamiento y análisis de la información.....	58
Validez y Confiabilidad.....	58
Análisis e Interpretación de Resultados.....	59
IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
V CONCLUSIONES.....	131
RECOMENDACIONES.....	132
REFERENCIAS.....	133

LISTA DE TABLAS	pp.
<b>Tabla 1.</b> Primera Fase: Planear	53
<b>Tabla 2.</b> Segunda Fase: Hacer	53
<b>Tabla 3.</b> Tercera Fase: Verificar	54
<b>Tabla 4.</b> Cuarta Fase: Actuar	54
<b>Tabla 5.</b> Primer escenario de Población y Muestra	56
<b>Tabla 6:</b> Segundo escenario de Población y Muestra	56
<b>Tabla 7.</b> Causas de las anomalías usando el método de las 6M para el departamento de Cocimiento	68
<b>Tabla 8.</b> Tabla de Priorización del departamento Cocimiento	70
<b>Tabla 9:</b> Leyenda de consideraciones tomadas en cuenta para la Tabla de Priorización.	71
<b>Tabla 10.</b> Causas de las anomalías usando el método de las 6M para el departamento de Fermentación- Maduración.	78
<b>Tabla 11.</b> Tabla de Priorización del departamento Fermentación- Maduración	80
<b>Tabla 12.</b> Leyenda de consideraciones tomadas en cuenta para la Tabla de Priorización	81
<b>Tabla 13:</b> Causas de las anomalías usando el método de las 6M para el departamento de Filtración	87
<b>Tabla 14.</b> Tabla de Priorización del departamento Filtración	89
<b>Tabla 15.</b> Leyenda de consideraciones tomadas en cuenta para la Tabla de Priorización	90
<b>Tabla 16.</b> Causa 1 de los 5 Por qué (Cocimiento).	91
<b>Tabla 17.</b> Causa 2 de los 5 Por qué (Cocimiento).	92
<b>Tabla 18.</b> Causa 3 de los 5 Por qué (Cocimiento).	92
<b>Tabla 19.</b> Causa 4 de los 5 Por qué (Cocimiento).	93
<b>Tabla 20.</b> Causa 5 de los 5 Por qué (Cocimiento).	93
<b>Tabla 21.</b> Causa 6 de los 5 Por qué (Cocimiento).	93
<b>Tabla 22.</b> Causa 7 de los 5 Por qué (Cocimiento).	94
<b>Tabla 23.</b> Causa 8 de los 5 Por qué (Cocimiento).	94
<b>Tabla 24.</b> Causa 9 de los 5 Por qué (Cocimiento).	95
<b>Tabla 25.</b> Causa 10 de los 5 Por qué (Cocimiento).	95
<b>Tabla 26.</b> Plan de Acción del departamento de Cocimiento.	97
<b>Tabla 27.</b> Causa 1 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	99
<b>Tabla 28.</b> Causa 2 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	99
<b>Tabla 29.</b> Causa 3 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	100
<b>Tabla 30.</b> Causa 4 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	100
<b>Tabla 31.</b> Causa 5 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	101
<b>Tabla 32.</b> Causa 6 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	101

<b>Tabla 33.</b> Causa 7 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	102
<b>Tabla 34.</b> Causa 8 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	102
<b>Tabla 35.</b> Causa 9 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración)	102
<b>Tabla 36.</b> Causa 10 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	103
<b>Tabla 37.</b> Causa 11 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	103
<b>Tabla 38.</b> Causa 12 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).	103
<b>Tabla 39.</b> Plan de Acción para el departamento de Fermentación- Maduración	105
<b>Tabla 40.</b> Causa 1 de los 5 Por qué (Filtración).	107
<b>Tabla 41.</b> Causa 2 de los 5 Por qué (Filtración).	107
<b>Tabla 42.</b> Causa 3 de los 5 Por qué (Filtración)	108
<b>Tabla 43.</b> Causa 4 de los 5 Por qué (Filtración	108
<b>Tabla 44.</b> Causa 5 de los 5 Por qué (Filtración)	109
<b>Tabla 45.</b> Causa 6 de los 5 Por qué (Filtración	109
<b>Tabla 46.</b> Causa 7 de los 5 Por qué (Filtración)	110
<b>Tabla 47.</b> Causa 8 de los 5 Por qué (Filtración)	110
<b>Tabla 48.</b> Causa 9 de los 5 Por qué (Filtración)	110
<b>Tabla 49.</b> Plan de Acción para el departamento de Filtración	112
<b>Tabla 50.</b> Causas corregidas del Departamento de Cocimiento	113
<b>Tabla 51.</b> Causas corregidas del Departamento de Fermentación-Maduración	114
<b>Tabla 52.</b> Causas corregidas del Departamento de Filtración	115
<b>Tabla 53.</b> Causa anexada al plan de acción de Cocimiento	123
<b>Tabla 54.</b> Tabla de Priorización final del departamento Cocimiento	125
<b>Tabla 55.</b> Causa 1 anexada de los 5 por qué (cocimiento)	126
<b>Tabla 56.</b> Plan de Acción final Departamento Cocimiento	127
<b>Tabla 57.</b> Plan de Acción final Departamento Fermentación-Maduración	128
<b>Tabla 58.</b> Plan de Acción final Departamento Filtración	130

LISTA DE FIGURAS	pp.
<b>Figura 1.</b> Cerveza con espuma estable	11
<b>Figura 2.</b> Planta de Lúpulo ( <i>Humulus Lupulus</i> )	13
<b>Figura 3.</b> Sala de cocimiento. Pailas de maceración	17
<b>Figura 4.</b> Vista lateral del filtro Meura.	18
<b>Figura 5.</b> Vista lateral del Intercambiador de Placas	19
<b>Figura 6.</b> Vista frontal de los tanques fermentadores y maduradores	19
<b>Figura 7.</b> Filtro de Velas, sala de Filtración	20
<b>Figura 8.</b> Reacción Química de la Fermentación	24
<b>Figura 9.</b> Antes y despues dela accion correctiva.	116
<b>Figura 10.</b> Antes y despues dela accion correctiva.	116
<b>Figura 11.</b> Antes y despues dela accion correctiva.	117
<b>Figura 12.</b> Antes y despues dela accion correctiva.	118
<b>Figura 13.</b> Antes y despues dela accion correctiva	119
<b>Figura 14.</b> Antes y despues dela accion correctiva	120
<b>Figura 15.</b> Antes y despues dela accion correctiva	121

LISTA GRÁFICOS	pp.
<b>Gráfico 1.</b> Diagrama de Procesos de elaboración de cerveza	26
<b>Gráfico 2.</b> Modelo de Ciclo PHVA.	42
<b>Gráfico 3.</b> Diagrama Causa y Efecto utilizando el método de las 6M	44
<b>Gráfico 4.</b> Punto de estancamiento de flujo en la antigua conexión Línea de Malta.	62
<b>Gráfico 5.</b> Punto de estancamiento de flujo en el tramo Filtro- Pailas de Cocción	62
<b>Gráfico 6.</b> Punto Muerto Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc	63
<b>Gráfico 7.</b> Resultados porcentuales del seguimiento en cuanto a parámetros del CIP en el departamento de Cocimiento	64
<b>Gráfico 8.</b> Resultados porcentuales del cumplimiento de los pasos para la correcta toma de muestra microbiológica en el departamento de Cocimiento	66
<b>Gráfico 9.</b> Resultados porcentuales de los implementos necesarios para la toma de muestra microbiológica en el departamento de Cocimiento	67
<b>Gráfico 10.</b> Diagrama Causa y Efecto para el departamento de Cocimiento	69
<b>Gráfico 11.</b> Punto Muerto Trasiego PF2, F1, F2	72
<b>Gráfico 12.</b> Punto Muerto Trasiego F3	73
<b>Gráfico 13.</b> Punto Muerto Trasiego F4 y F5	73
<b>Gráfico 14.</b> Punto Muerto Trasiego F6	74
<b>Gráfico 15.</b> Punto Muerto Trasiego hacia el MA, MB, M6, M7, M8	75
<b>Gráfico 16.</b> Resultados porcentuales del seguimiento en cuanto a parámetros del CIP en el departamento de Fermentación- Maduración	76
<b>Gráfico 17.</b> Resultados porcentuales del cumplimiento de los pasos para la correcta toma de muestra microbiológica en el departamento de Fermentación- Maduración	77
<b>Gráfico 18.</b> Diagrama Causa y Efecto para el departamento de Fermentación- Maduración	79
<b>Gráfico 19.</b> Resultados microbiológicos del Polvo Filtrante en el período comprendido entre Enero a Junio del 2012	83
<b>Gráfico 20.</b> Resultados porcentuales del seguimiento en cuanto a parámetros del CIP en el departamento de Filtración	84
<b>Gráfico 21.</b> Resultados porcentuales del cumplimiento de los pasos para la correcta toma de muestra microbiológica en el departamento de Filtración	85
<b>Gráfico 22.</b> Resultados porcentuales de los implementos necesarios para la toma de muestra microbiológica en el departamento de Filtración.	86
<b>Gráfico 23.</b> Diagrama Causa y Efecto para el departamento de Filtración	88
<b>Gráfico 24.</b> Microíndice Cocimiento	119



<b>Gráfico 25.</b> Microíndex Fermentación- Maduración	121
<b>Gráfico 26.</b> Microíndex Filtración	122
<b>Gráfico 27.</b> Microíndex	124

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
“LISANDRO ALVARADO”  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

Línea de Investigación: Sistemas de Gestión de la Producción

**“FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA EN LA COMPAÑÍA  
BRAHMA DE VENEZUELA S.A. APLICANDO LA METODOLOGÍA  
PHVA.”**

**Autores:** Nuñez, Freider  
Torrealba, Gabriela

**Tutor:** Montilla, Eduviges

**Fecha:** 2012

**RESUMEN**

El presente trabajo se enmarcó bajo la modalidad de proyecto de campo de carácter descriptivo, tuvo como objeto implementar medidas preventivas y correctivas que permitieron controlar Factores que incidían en la Calidad Microbiológica del Proceso de Elaboración de Cerveza en la Compañía Brahma de Venezuela S.A. El mismo se desarrolló en tres etapas, en la Etapa I se efectuó el diagnóstico de la situación actual, donde se utilizaron técnicas y herramientas tales como: observación directa, entrevista no estructurada, tabla de chequeo, tormenta de ideas, diagrama causa efecto y tabla de priorización; obteniéndose datos e información pertinente para conocer la situación del proceso de producción, el área de estudio está conformada por los tres departamentos que integran el área de Procesos, los cuales son Cocimiento, Fermentación- Maduración y Filtración, en éstos se detectaron las causas que afectan la calidad microbiológica de la cerveza. En la Etapa II se aplicó el ciclo de PHVA, en donde la primera fase “Planear”, se realizó un plan de acción, con el cual se logró planificar las acciones que se llevaron a cabo de acuerdo a las causas conseguidas en la Etapa I, para posteriormente ponerlas en práctica en la fase “Hacer” coordinando a través de reuniones con el personal de Ingeniería, la Asepsista de la planta, el Gerente y Supervisores de procesos la ejecución de las acciones, en la fase “Verificar” se observó los resultados que se alcanzaron para posteriormente en la fase “Actuar” anexar nuevas labores que permitieron finalmente en la Etapa III, consolidar un plan estratégico orientado al logro de los objetivos. Una vez finalizado el estudio se concluye que se deben implementar las acciones expuestas en el plan estratégico para poder elevar la calidad microbiológica en el área de procesos.

Descriptores: Calidad Microbiológica, PHVA, Industria Cervecera.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la calidad es uno de los objetivos perseguidos por las empresas a nivel mundial, ya que le permite a las organizaciones confirmar que están proporcionando productos o servicios con los requisitos exigidos por las bases legales y los clientes. En Venezuela los empresarios se han visto en la necesidad de aplicar programas de calidad, productividad y han tomado interés en realizar grandes esfuerzos para buscar nuevas herramientas, con el fin de alcanzar el mejoramiento continuo de los procesos productivos.

En este orden de ideas Falconi (1994), expresa: “El verdadero criterio de la buena calidad es la preferencia del consumidor por su producto, esto es lo que garantizará la supervivencia de su empresa hoy y en su futuro”, tomando en cuenta lo anterior, es importante que la empresa estudie el público al cual está destinado el producto, así como también es necesario su atención de manera confiable y accesible en cuanto a las peticiones de los clientes seleccionados.

La calidad microbiológica es uno de los aspectos más importante al momento de elaborar un producto alimenticio, ya que proporciona al cliente la seguridad de que el producto cumpla con ciertas características establecidas por la ley y exigidas por el consumidor.

Brahma Venezuela, S.A. busca alcanzar la calidad total de sus productos, sin embargo, presenta un problema con el índice microbiológico, ya que el nivel del mismo se encuentra por debajo del mínimo exigido por la empresa.

La situación planteada evidencia que no se ha realizado ningún estudio previo que permita analizar las posibles causas influyentes de forma negativa en el parámetro de calidad (Microíndice), es por ello que se genera la necesidad del presente proyecto, el cual tiene como objetivo principal Analizar los factores que inciden en la calidad microbiológica del proceso de elaboración de cerveza.

El trabajo fue desarrollado en 5 capítulos, los cuales facilitaron alcanzar el objetivo propuesto, en el primer capítulo se planteó el problema existente en la compañía y se establecieron una serie de objetivos orientados a solventar la problemática planteada, así mismo en el segundo capítulo se investigaron una serie de teorías y antecedentes que sirvieron para sustentar el proyecto, en este capítulo también se establecieron los estándares de calidad y las bases legales por las cuales se rige la empresa. En el tercer capítulo se planteó la metodología utilizada para llevar a cabo un estudio basado en el ciclo PHVA, este ciclo se desarrolló en el capítulo cuatro, donde cada una de estas fases contribuyó con el logro de las metas establecidas, posteriormente se analizaron los resultados y se dieron las recomendaciones en el capítulo cinco.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del Problema**

A través de los años las empresas se han visto en la necesidad de crecer como organización y mejorar sus productos, tal es el caso de la industria cervecera, que ha cambiado su proceso productivo de “cerveza artesanal o casera” a una cerveza con estándares de calidad, siendo una alternativa la optimización y automatización de los sistemas de producción, a través de una serie de maquinarias que permiten cumplir con los parámetros de producción y calidad requeridos para el producto con el objeto que pueda salir al mercado y posicionarse entre los productos líderes en el ramo cervecero.

Uno de los factores más importante a la hora de escoger un producto de consumo es la calidad, que según Taguchi (1990), establece que “los productos deben ser atractivos para el cliente ofreciendo mejores productos que la competencia”. La calidad se debe definir en forma monetaria por medio de la función de pérdida, donde a mayor variación de una especificación con respecto al valor nominal, mayor es la pérdida monetaria transferida al consumidor.

Por otro lado, Juran (1995), de forma básica la define como el conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer las necesidades del consumidor.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, la calidad microbiológica es uno de los aspectos más importantes para la industria manufacturera de alimentos y bebidas, que según el Manual del Ingeniero de Alimentos (2007) es un requerimiento de evaluación de la satisfacción de los requisitos microbiológicos que debe tener un producto, tanto desde el punto de vista sanitario como comercial.

Las industrias manufactureras de alimentos son conscientes de que éstos son un excelente transmisor de enfermedades infecciosas. Incluso, hoy en día, a pesar de que existe mayor información acerca de los microorganismos y su transmisión, éste sigue siendo un problema que obliga a los consumidores a ser más exigentes en cuanto a la calidad del producto.

Así mismo, se hace necesario que las industrias se comprometan con los consumidores en cuanto a la eliminación, inhibición de su multiplicación y destrucción total de los microorganismos no deseados que se pueden generar en sus productos. Los métodos dependen de la naturaleza del producto y de la sensibilidad de los microorganismos a controlar. Destacan la sensibilidad al calor o al frío, de sus necesidades al agua, sensibilidad a la radiación y a los productos químicos.

El desarrollo microbiano destruye grandes cantidades de alimentos, afecta la salud del consumidor y causa problemas de calidad a la empresa, produciendo pérdidas monetarias a la misma.

La empresa BRAHMA VENEZUELA, S.A. creada en Brasil en 1888 con el nombre de Manufactura de Cerveja Brahma Villiger & Companhia no escapa de esta realidad, ya que presenta un problema con uno de sus indicadores de calidad “El Microíndice”, definido por Álvarez (2012) como el parámetro encargado de medir la carga microbiana de determinada muestra en comparación a una población.

La calidad microbiológica en Brahma posiblemente puede ser afectada por diferentes factores. Uno de los factores que pudiese afectar el Microíndice es la Limpieza en el lugar (CIP), que según el Patrón Técnico de Limpieza y Desinfección de la Compañía Brahma Venezuela (2001), es un método utilizado para limpiar la parte interior de tubos, envases, equipos de proceso, filtros y otros asociados sin tener que desarmar.

Otro factor sumamente importante es que al momento de la toma de muestra, la persona encargada se asegure de contar con todos los implementos y materiales necesarios para evitar al máximo las contaminaciones secundarias (operacionales y ambientales) que puedan alterar la muestra, en caso de presentarse algún incidente

notificarlo a su jefe inmediato, personal del laboratorio e incluso colocar la observación en la etiqueta de la muestra.

Cabe recalcar que cualquier incumplimiento de los factores anteriormente expuestos puede afectar la calidad de la muestra, influyendo así negativamente en los resultados microbiológicos.

En función a la situación antes descrita se presentan las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles de los factores antes mencionados están afectando la calidad del producto? Ó ¿Existen otros factores que pueden influir negativamente en la calidad microbiológica del producto?

### **Objetivo General**

Analizar factores que inciden en la calidad microbiológica del proceso de elaboración de cerveza en la compañía Brahma de Venezuela S.A. aplicando la metodología PHVA.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el área de proceso de elaboración de cerveza en la compañía Brahma de Venezuela S.A.
- Aplicar el ciclo PHVA para el control de los factores que inciden en la calidad microbiológica del proceso de elaboración de cerveza en la compañía Brahma de Venezuela S.A.
- Implementar medidas preventivas y correctivas para el control de los factores que inciden en la calidad microbiológica del proceso de elaboración de cerveza en la compañía Brahma de Venezuela S.A.



## **Justificación e Importancia**

La industria cervecera ha evolucionado y se ha extendido de tal manera que existen empresas a nivel mundial encargadas de fabricar diferentes tipos de cervezas, que varían no sólo en cuanto a la capacidad de su envase, sino también en sus características fundamentales como olor, sabor, color, espuma y amargor. Todas estas se incluyen en el producto con la finalidad de satisfacer determinada necesidad, tomando en cuenta que el producto cumpla con los requisitos básicos de calidad y costo exigidos por el cliente.

Existen diversos indicadores de calidad en una empresa de alimentos y bebidas, el Microíndice es uno de los principales parámetros que se deben tomar en cuenta para que el producto pueda salir al mercado, ya que si éste no cumple con las características de calidad microbiológicas estipuladas por la empresa el producto no puede ser comercializado.

El aseguramiento microbiológico en las plantas de producción y distribución de alimentos y bebidas deberá ser siempre un programa complementario a un proceso productivo controlado y monitoreado, también a un sistema de calidad efectivo. Este programa deberá ser específico para cada planta y dependerá de la naturaleza del producto y de su proceso de fabricación.

Todos los procesos de elaboración de alimentos son susceptibles a la contaminación por microorganismos en mayor o menor grado. Por lo tanto se deberán mantener controladas las variables que pueden afectar la calidad, salubridad e inocuidad del producto, con el fin minimizar fallas que puedan afectar a clientes y consumidores.

Al garantizar que el Microíndice de la cerveza se encuentre dentro de los parámetros establecidos por el departamento de Calidad, es más factible ofrecerle al consumidor un producto de mejor calidad. Manteniendo un buen índice microbiológico, la empresa tendría como opción comercializar la cerveza de barril (cerveza sin pasteurizar) incrementando así, su variedad de productos e ingresos económicos.

## **Alcances y Limitaciones**

Con la presente investigación se pretendió levantar un diagnóstico del área de procesos. De acuerdo a la información obtenida, se procederá a realizar varios seguimientos microbiológicos del proceso productivo de la cerveza con la finalidad de hallar las causas de mayor impacto en cuanto a contaminación microbiológica del producto.

Los alcances se basan principalmente en generar una gama de recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos, debido a que se presentan una serie de limitantes en cuanto al tiempo de pasantías establecido, ya que es muy reducido con respecto a la complejidad del trabajo desarrollado, por otra parte, los recursos económicos restringidos no permiten profundizar para obtener mejores resultados y finalmente, las políticas de confidencialidad de la empresa no admiten mostrar cierta información relacionada con el proyecto de investigación

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

“El marco teórico implica analizar y exponer aquellas teorías, enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes en general que se consideren validos para el correcto encuadre del estudio a realizar” (Rojas, 1981).

Tomando en cuenta lo anterior, se puede decir, que el marco teórico es una descripción detallada de las teorías que serán directamente utilizadas en el desarrollo del proyecto. También incluye las relaciones más significativas que se dan entre cada uno de los elementos teóricos.

#### **Antecedentes**

La investigación realizada se enfocó en una serie de antecedentes internacionales y nacionales que sirven de base al proyecto que se llevó a cabo, y al mismo tiempo permitió orientar el proceso investigativo en cuanto a técnicas de recolección de datos.

En la investigación realizada por Galvagno (2007), se exploró el uso de diferentes antimicrobianos naturales y de campos eléctricos pulsantes que posiblemente disminuirían la proliferación de bacterias contaminantes en etapas críticas del proceso de elaboración de cerveza, obteniendo como resultado que el uso de antimicrobianos naturales en forma individual o en combinación con campos eléctricos pulsantes puede constituir un procedimiento efectivo para el control de la contaminación bacteriana durante el proceso de elaboración y almacenamiento de la cerveza. La investigación reseñada resultó de gran importancia, ya que resalta el uso de una metodología que puede disminuir el desarrollo de bacterias en una empresa cervecera.

Ahora bien, el estudio realizado por Ramírez (2004) se enfoca en detectar las bacterias lácticas que se pueden generar en la cerveza tipo Ale elaborada por la Compañía Cervecería Kunstmann S.A. Para llevar a cabo la investigación se realizaron una serie de pruebas para detectar el origen y las etapas del proceso en donde ocurre la contaminación por bacterias ácido-lácticas, así mismo se determinó el efecto que causa este tipo de bacterias en la cerveza, lo cual arrojó consecuencias nada favorables para la calidad de la misma. Los resultados determinaron que la contaminación se inicia en la etapa de maceración- cocción, así como también en los primeros días de fermentación y se debe exclusivamente a condiciones de temperatura, pH, aseos carentes en los equipos, deficiente capacitación del personal y equipos mal calibrados, lo que trae consigo un deterioro en las características sensoriales del producto.

La mencionada investigación representa un valioso aporte, ya que con resultados confiables señala la importancia que tiene un adecuado sistema de limpieza y capacitación del personal para la disminución de bacterias en el proceso productivo de la cerveza.

Por otra parte, se han realizado también estudios a nivel nacional que sirvieron de base para la elaboración de la presente investigación, entre los cuales se detallan:

El proyecto realizado por Córdova (2009), que tiene por finalidad determinar las posibles causas de falla de los sellos mecánicos en las bombas centrifugas del proceso en la planta Cervecería Polar C.A, ubicada en el estado Anzoátegui. Para el desarrollar este análisis se aplicó la metodología del Principio de Pareto con el objetivo de determinar las bombas que presentaban la más alta frecuencia de falla por sellos mecánicos, que impactaban considerablemente en los costos de producción y se aplicó la metodología de análisis Causa-Efecto, con la finalidad de determinar las causas de las fallas de los sellos mecánicos. Las causas principales fueron: mala instalación, manejo inapropiado de los componentes del sello mecánico, ajuste incorrecto de los muelles e incompatibilidad de los materiales constitutivos del sello mecánico con el flujo bombeado. Para verificar las causas de las fallas de los sellos mecánicos se recopiló la información de las condiciones operativas del equipo; la

aplicación de ensayos mecánicos, como test elastomérico, medición de las deformaciones de los muelles; verificación de los procedimientos de parada y arranque, y basándose en los resultados obtenidos, se propusieron medidas que permitieran la disminución de tales fallas y se elaboró un manual de instalación e inspección de los sellos mecánicos.

El aporte significativo de la investigación radica en la metodología Causa y Efecto empleada para determinar las fallas de mayor peso que pueden afectar los sellos mecánicos, con el fin de combatirlas y minimizar costos de producción.

Una investigación a nivel regional realizada por Pérez, (2012) la cual tenía como fundamento determinar una estrategia para mejorar la calidad intrínseca del producto basada en la filosofía del mejoramiento continuo y la gestión de la rutina, empleando como metodología el ciclo PHVA y herramientas como Tormenta de Ideas, Causa y Efecto, Tabla de Priorización, 5 Por qué y 5W y 1H para resolver el problema presentado en el área de filtración de la compañía Brahma Venezuela, S.A. El autor logró alcanzar la meta todos los meses evaluados, obteniéndose un acumulado año de 98 por ciento sobre 100 por ciento en cuanto a la calidad intrínseca del producto.

El mencionado estudio se relaciona con la investigación, ya que propone un plan estratégico para mejorar la calidad del producto, utilizando la metodología del PHVA y empleando herramientas que son de gran ayuda para el desarrollo de la presente investigación.

### **Bases Teóricas**

Las bases teóricas son todas aquellas referencias o definiciones que dan soporte a la investigación realizada, explicando diferentes aspectos del tema de investigación, lo que permite ampliar la descripción del tema.

Fidias (1999), las define como un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno

del problema planteado, dividiéndose en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se plasmó una serie de conceptos y definiciones que sustentan la información pertinente para llevar a cabo la presente investigación.

## **Cerveza**

Según Walter Finkbeiner (2012), se denomina cerveza a una bebida no destilada, de sabor amargo que se fabrica con granos de cebada u otros cereales cuyo almidón, una vez modificado, es fermentado en agua y frecuentemente aromatizado con lúpulo. De ella se conocen múltiples variantes con una amplia gama de matices debido a las diferentes formas de elaboración y a los ingredientes utilizados. Generalmente presenta un color ambarino con tonos que van del amarillo oro al negro pasando por los marrones rojizos. Se le considera gaseosa (contiene dióxido de carbono disuelto en saturación que se manifiesta en forma de burbujas a la presión ambiente) y suele estar coronada de una espuma estable como se muestra en la figura 1. Su aspecto final debe ser cristalino, su graduación alcohólica puede alcanzar hasta cerca de los 30 grados, aunque principalmente se encuentra entre 3 grados y los 9 grados.



***Figura 1.*** Cerveza con espuma estable. Fuente: Compañía Brahma Venezuela

## **Materias Primas para la elaboración de Cerveza**

### ***Malta***

Está constituida por granos de cebada germinados durante un periodo finito de tiempo y luego desecados. Generalmente la malta utilizada en la fabricación de la cerveza, no es elaborada en la propia fábrica sino obtenida directamente de proveedores externos.

### ***Malteación de la Cebada***

La primera fase de la elaboración de la cerveza es la elaboración de la malta y suele hacerse en unas bodegas especiales. Esta fase es previa a cualquier otra en la elaboración de la cerveza y es considerada de vital importancia en su producción, para ello se puede emplear cualquier tipo de cereal, aunque en la actualidad está muy difundido en el mundo occidental el uso de la cebada, en la antigüedad por el contrario se empleaba trigo de espelta. El objetivo es obtener de una forma ingeniosa al mismo tiempo el almidón y las enzimas (la mayoría de tipo  $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa) que permiten convertirlo en azúcares (glucosa, maltosa, maltotriosa). Para lograr esto se hacen germinar los granos en el "justo intervalo" en el que el brote comienza a consumir el almidón del grano, en este momento se interrumpe el proceso. Las etapas son las siguientes:

- Selección del grano: este proceso es delicado ya que debe observarse con sumo cuidado para que los granos tengan una textura homogénea, cualquier defecto afecta a la estabilidad del producto final.
- Remojado del grano: se pone a remojar el cereal en diferentes ciclos de remojo llegando a reblandecer e hinchar el grano por la absorción del agua. Durante el primer remojo se suele añadir algo de cal con el objeto de desinfectar y limpiar el cereal.
- Germinado: en este momento de los granos sale un diminuto brote verde (plúmula y la radícula) de unos centímetros de longitud, en este momento (previo a la aparición de la raíz), la planta emite una enzima que convierte el



almidón en azúcar para alimentarse, en este justo instante se interrumpe el germinado. El proceso se hace siempre removiendo para que la germinación sea homogénea en todos los granos, esta fase suele durar unos días.

- Secado del grano: se seca el grano con el objeto de eliminar el germen, el intervalo de tiempo dedicado al secado puede variar dependiendo de la receta.

El malteado del cereal, afecta a muchas propiedades de la cerveza final, por ejemplo el color dependerá del tiempo que esté secándose la malta en la última fase del malteado, la cerveza saldrá más oscura si se ha tomado más tiempo en el secado de la misma. Cuando se hace la malta con el centeno, hay que prevenir la inclusión del hongo del cornezuelo, ya que puede causar una enfermedad denominada ergotismo, este tóxico se desarrolla particularmente durante el proceso de malteado.

### ***Lúpulo***

El lúpulo, es una planta similar a la parra, de color verde o amarillo verdoso de profundas raíces, que se cultiva en zonas de clima templado y con mucha humedad. (Ver Figura2).



**Figura 2.** Planta de lúpulo (*Humulus lupulus*). Fuente: Compañía Brahma Venezuela

El lúpulo se utiliza por múltiples razones. Además de darle un sabor amargo a la bebida, contribuye a la estabilidad microbiológica, a la retención de la espuma y a la intensificación del aroma y el sabor. (Wals, 1999)

Según la norma covenin 91-2002 el lúpulo es un producto natural obtenido de las flores de la planta femenina de la especie *humulus lupulus*. Estas flores pueden

haber sido sometidas a un proceso de clasificación, extrucción, secado y/o extracción de las sustancias amargas y aromáticas mediante solventes, tales como, etanol, hexano, gas carbónico licuado a condiciones normales o supercríticas y así mismo obtener lúpulos isomerados y/o reducidos, aprobados por la autoridad sanitaria competente. Principalmente se clasifican en:

#### *Lúpulos amargos*

Estos lúpulos son los que aportan más ácidos amargos que aromas. Los representantes más conocidos de esta categoría son el brewer's gold y el northern brewer o nordbrauer.

#### *Lúpulos aromáticos*

Estos aportan más elementos aromáticos que amargos. En este apartado se conocen especialmente el saaz/zatec que definen el estilo pilsner de cerveza, el spalt y el tettnang en el área alemana, y los golding y fuggler en el área anglófona.

#### *High maltosa (Adjunto)*

Debido a la alta fuerza diastásica de la malta es necesario agregar cereales no malteados a la cerveza para que su estabilidad sea óptima. El uso de adjuntos produce cervezas de un color más claro con un sabor más agradable con mayor luminosidad y mejores cualidades de aceptación de enfriamiento.

#### *Agua*

Las características del agua que se utiliza para el proceso de elaboración de cerveza son tan importantes como la calidad del resto de las materias primas. A pesar de que las materias primas y los diferentes pasos del proceso influyen considerablemente sobre las propiedades finales de la cerveza, el agua es el medio en donde se llevan a cabo todas las reacciones necesarias para fabricarla.

Se requieren principalmente dos propiedades críticas para elaborar cerveza. Una de ellas es el pH, pues en el macerado y en el calentamiento del mosto se necesita un pH entre 5.0 y 5.7 y la otra, una cantidad de calcio entre 100 y 125 ppm. (Grossman, 1974)

Entre los minerales del agua que más interesan a los cerveceros están el calcio, los sulfatos y los cloruros. El calcio aumenta la extracción tanto de la malta como del lúpulo en la maceración y en la cocción y rebaja el color y la opacidad ó lo turbio de la cerveza. El cobre, el manganeso y el zinc, inhiben la floculación de las levaduras. Los sulfatos refuerzan el amargor y la sequedad del lúpulo. Los cloruros dan una textura más llena y refuerzan la dulzura.

### ***Levadura***

La levadura es un microorganismo cuya acción convierte los azúcares fermentables en gas carbónico y alcohol. La levadura con la que se elabora la cerveza debe poseer las características deseadas de fermentación, para producir el sabor que se desea obtener.

Los componentes aromáticos y la naturaleza final del producto, dependen en buena parte del tipo de levadura que se utilice. Razón por la cual, que cada fabricante conserva con gran cuidado su propio cultivo de levadura. Los organismos unicelulares de la levadura se encuentran libres en la naturaleza. Se conocen alrededor de treinta y nueve especies diferentes de levadura, pero únicamente dos de ellas son reconocidas en el proceso de cerveza. Estas especies son *Saccharomyces cerevisiae* utilizada para fermentación alta y *Saccharomyces carlsbergensis* también conocida como *Saccharomyces uvarum*, utilizada para elaborar las cervezas de fermentación baja. (Wals, ob.cit).

### ***Tipos de levadura utilizadas en la elaboración de cerveza***

Fermentación alta (*Saccharomyces cerevisiae*), esta permanece en actividad por un intervalo de tiempo de 4 a 6 días a temperaturas relativamente altas entre los 12 y 25°C. Las cervezas en este caso son de tipo Ale.

Las levaduras ALE`'s actúan entre las temperaturas que se extienden a partir de los 12°C a 25°C, aunque algunas cepas de levaduras no fermentarán activamente debajo de 14°C.

Las levaduras ALE en el desarrollo de su actividad, suben a la superficie durante la fermentación, creando una cabeza muy gruesa, y rica de levaduras. De ahí la asociación al término "top fermenting botton" o de fermentación alta.

Fermentación Baja (*Saccharomyces uvarum*) que se mantiene en actividad fermentativa durante un periodo de 8 a 10 días a temperaturas comprendidas entre 7 y 15°C. Las cervezas en este caso son de tipo Lager. Las levaduras LAGER` s actúan en temperaturas que se extienden a partir de los 7° a los 15°C

En las temperaturas de 7 a 15°C, las levaduras LAGER tienen una actividad más atenuada que las levaduras ALE, y con menos espuma superficial tienden a descender al fondo del fermentador, mientras la fermentación se acerca a su término. Esta es la razón por la cual se les denomina también a menudo como levaduras "inferiores" o de fermentación baja.

Al término de la fermentación, la levadura flocula o forma agregados. Este fenómeno físico de formar compuestos más ligeros y otros más pesados que la mezcla es una característica importante que hará distinguir a una cerveza tipo ALE o de fermentación alta, de una cerveza lager o de fermentación baja. Las levaduras de cerveza tipo LAGER, es decir que sedimentan, se clasifican en floculentas (sedimentación rápida) y harinosas (sedimentación lenta). El rango de floculación es importante, pues influye en el metabolismo de algunos subproductos de la levadura y la eficiencia que se tiene posteriormente en el proceso de filtración. (Hughes, 1993)

La utilización de cultivos nuevos de crecimiento dependerá de las condiciones en que se encuentre la levadura después de múltiples fermentaciones, del grado de contaminación que tenga la levadura y del mecanismo de recuperación que se haya empleado. En la práctica, la nueva levadura tiende a perder sus características o a contaminarse por las continuas recirculaciones; la levadura recirculada es renovada con un nuevo cultivo después de cinco ciclos de fermentación. (Wals, ob.cit).

### ***Manejo de las materias primas***

Una vez que la malta llega a la fábrica puede ser acumulada en unos silos de almacenamiento o pasar directamente a las cocinas (es la parte donde comienza a

tratarse la malta). En el transcurso a las cocinas, la malta es sometida a un proceso de limpieza para retener las impurezas que se encuentren mezcladas (piedras, espigas, metales, entre otros). Al lúpulo y adjuntos solo se les chequean las características del fabricante.

### **Equipos utilizados en la compañía para el proceso de elaboración de Cerveza**

*Macerador:* Es una paila de acero inoxidable como se muestra en la figura 3, que posee un sistema de inyección de vapor de agua u otro sistema de calentamiento por combustión.



**Figura 3.** Sala de cocimiento. Pailas de maceración. Fuente: Núñez y Torrealba (2012)

*Filtro Meura:* Estos filtros consisten de placas y marcos alternados con una tela filtrante a cada lado de las placas como se muestra en la figura 4. Las placas tienen incisiones con forma de canales para drenar el filtrado en cada placa. La suspensión de alimentación se bombea en la prensa y fluye a través del conducto al interior de cada uno de los marcos abiertos, de manera que va llenando los espacios vacíos. El filtrado fluye entre la tela filtrante y la superficie de la placa, a través de los canales y hacia el exterior, mientras los sólidos se acumulan como torta en los marcos. La filtración continúa hasta que los marcos quedan completamente llenos de sólidos

Cuando los espacios están totalmente llenos, las placas y los marcos se separan y se extraen las tortas. Después se vuelve a armar el filtro y se repite el ciclo.



**Figura 4.** Vista lateral del filtro Meura. Fuente: Compañía Brahma Venezuela.

*Paila de cocción:* Es un recipiente de acero inoxidable que puede albergar grandes volúmenes de mosto que, con ayuda de inyección de vapor o de otro sistema de calentamiento por combustión, lleva el mosto a temperaturas de ebullición.

*Tanque Whirlpool:* Es un equipo cilíndrico de acero inoxidable que posee una entrada tangencial del mosto, por medio de la acción centrífuga se logra la decantación del trub.

*Intercambiador de Placas:* Equipo conformado por una serie de placas como se ilustra en la figura 5, donde circulan dos fluidos a contraflujo con una gran diferencia de temperatura que se emplea tanto para calentar como para enfriar el fluido de salida.



**Figura 5.** Vista lateral del Intercambiador de Placas. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

*Tinas de levadura:* Son los tanques cilíndricos de acero inoxidable, donde se almacena la levadura refrigerada y el maturex.

*Bombas Dosificadoras:* Se encargan de inyectar la levadura a los tanques fermentadores.

*Tanques de Contrapresión fermentador-madurador:* Son grandes tanques herméticos como lo muestra la figura 6, que se utilizan para el almacenamiento de la cerveza, una vez carbonatada estos tanques, poseen entradas de cerveza controladas por medio de presión, con el fin de evitar que exista desprendimiento de gas, debido a la turbulencia en el seno de la cerveza.



**Figura 6.** Vista frontal de los tanques fermentadores y maduradores. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)



*Centrífuga:* Es un equipo que posee una serie de platos en forma de sombreros chinos con la finalidad de separar por acción centrífuga el 99% de la levadura y los sólidos en la cerveza y es un paso previo a la clarificación.

*Tanque de gel sílica:* Recipiente donde se prepara el coagulante a base de sílica.

*Filtro de Velas:* Es un equipo que posee en su interior una serie de velas como se muestra en la figura 7, donde se coloca la tierra infusoria (diatomeas) ó polvo filtrante en diferentes granulometrías con la finalidad de retener los sólidos en suspensión, reducir la carga microbiana y sustancias coloidales, proporcionas estabilidad a la cerveza y obtener la clarificación de la cerveza.



**Figura 7.** Filtro de Velas, sala de Filtración. Fuente: Compañía Brahma Venezuela

### **Descripción de las etapas del proceso de elaboración de cerveza**

El proceso de elaboración de las distintas cervezas producidas en la planta Brahma comprende varias etapas claramente definidas, las cuales a su vez están conformadas por diversos equipos y aditivos que cumplen diferentes funciones a fin de ofrecer al consumidor un producto fresco y de calidad. Estas etapas son: Cocimiento, Fermentación, Maduración, Filtración y Envasado, las cuales dependen exclusivamente del tipo de cerveza a elaborar, debido a que según la clase de cerveza varia la cantidad y tipo de materia prima.

*Cocimiento:* Tiene por objetivo extraer todos los principios útiles de la malta (extracto fermentesible), lúpulo (amargor y aceites naturales) y sucedáneos o materias auxiliares para preparar el mosto cervecero, compuesto por cinco fases la cuales se explican a continuación:

- Molienda: Consiste en destruir el grano, respetando la cáscara o envoltura y provocando la pulverización de la harina. La malta es comprimida entre dos cilindros evitando destruir la cáscara lo menos posible, pues ésta podría servir de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto y a su vez el interior del grano es convertida en una harina lo más fina posible. La molienda debe ser regulada según el cocimiento; si se utiliza un alto porcentaje de granos crudos o adjuntos es necesario moler garantizando una buena separación de la cáscara del grano y obtener gran porcentaje de harina. Si para la filtración se utiliza un filtro prensa en lugar de una tina-filtro o de falso fondo, se puede moler más fino pues en el filtro prensa el espesor de la capa filtrante o de afrecho es mucho más delgado.
- Maceración: La maceración es el proceso en el cual la malta y los adjuntos son mezclados con el agua y calentados. El propósito de macerar la malta y los adjuntos es extraer las pequeñas cantidades de materia soluble y convertir los componentes insolubles por medio de una actividad enzimática controlada. En este proceso es donde el almidón se convierte en azúcares fermentables que posteriormente utilizará la levadura para producir alcohol. La malta y los adjuntos contienen inicialmente cerca del 17% de sustancias solubles en agua fría, en cambio, después de la maceración, alrededor del 75% de la malta y los adjuntos se han solubilizado. (Grossman, ob.cit).

Durante la conversión, las enzimas  $\alpha$ - y  $\beta$ -amilasas están activas para transformar los almidones en azúcares fermentables y dextrinas. La concentración de los compuestos finales (azúcares fermentables y dextrinas) dependerá de la actividad enzimática, el tiempo, la temperatura y el pH del mosto. La temperatura de conversión puede ser ajustada según los resultados que se requieran, es decir, a temperaturas ligeramente más bajas se producirán más azúcares fermentables,

mientras que a temperaturas más altas la formación de dextrinas será mayor. Un cambio de 1°C producirá un cambio de 1% en la fermentabilidad del mosto. El cambio más importante en la maceración es la degradación enzimática que sufre el almidón en azúcares fermentables, glucosa, maltosa y maltotriosa. (Wals, ob.cit).

- Filtración del Mosto: Es un método de separación física, en el que se utiliza un Filtro Prensa que consiste en una serie de planchas y marcos huecos que se alternan y están suspendidos sobre rieles laterales dentro de una estructura muy pesada. Se forman canales a través de los cuales se admiten la masa (mezcla de cebada molida y agua) al filtro, y se extrae la masa por orificios dentro de las planchas y marcos, estos tienen empaquetaduras a ambos lados, el medio de filtración es una tela rectangular, ligeramente más grande que la sección transversal del filtro, que es colgada de la parte superior y hacia abajo por ambos costados. De igual manera el afrecho contribuye a formar un lecho filtrante sobre la tela del filtro. Luego se le hace pasar agua a 72 °C para extraer el extracto que existe en la torta de afrecho.

Para saber la eficacia de la filtración del mosto se realiza la prueba de extracto del mosto y de última agua, a partir de este paso la mezcla adquiere el nombre de mosto.

- Cocción del Mosto: La finalidad de este proceso es estabilizar enzimática y microbiológicamente el mosto y buscar la coagulación de las proteínas. La destrucción de las enzimas es realizada para evitar que sigan desdoblándose a lo largo de la fermentación. La esterilización del mosto es obtenida por simple ebullición, pues su reacción es ligeramente ácida. La coagulación de las materias proteicas debe hacerse lo mejor posible, pues si subsisten en el mosto ocasionarían problemas en la fermentación y provocando fácilmente turbidez en la cerveza embotellada. La esterilización y la destrucción de las enzimas es fácil de realizar con una hora de ebullición es suficiente.
- Separación de Trub: Esta etapa consiste en la separación mecánica de mosto y trub caliente. El principio del remolino es que las partículas sólidas suspendidas en una masa de líquido en rotación emigrarán al centro y al fondo

del tanque. Mediante el bombeo del mosto dentro del tanque, toda la masa gira, los grumos de trub emigran hacia el centro y fondo del tanque, donde se aglutinan para formar una torta.

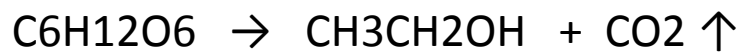
- La separación del trub caliente del mosto es un efecto físico, el cual ocurre en el fondo del Whirlpool. En esta área, las fuerzas centrífugas y de compresión están en desequilibrio debido a la circulación del mosto, de tal manera que se produce una succión en el fondo del Whirlpool que arrastra los flóculos de trub caliente.
- Enfriamiento del Mosto: Conocido como la etapa final en cocimiento, el enfriamiento del mosto se realiza en un intercambiador de calor de placas de acero inoxidable. Las conexiones y pasajes son tales que el mosto y el medio refrigerante pasan juntos en un contra flujo turbulento en capas poco profundas entre placas adyacentes. Los objetivos del enfriamiento son:
  - \*La reducción de la temperatura del mosto desde aproximadamente 97 °C hasta la temperatura de siembra de 9-10 °C.
  - \*La eliminación o la preparación de la eliminación subsiguiente de los constituyentes del mosto que sean productores del velo coloidal.
  - \*Aireación adecuada del mosto para permitir que opere debidamente la levadura.

Para lograr el enfriamiento se utiliza agua con una temperatura de 2-5 °C. Por intercambio de calor el agua fría se calienta hasta una temperatura de 80 °C. Esta agua caliente es enviada a un tanque para ser utilizada en los riegos y en otras áreas del proceso.

*Fermentación:* El proceso de fermentación es esencial en la calidad de la cerveza, en particular gracias a los productos secundarios como los alcoholes superiores y ésteres obteniéndose así, cuerpo, sabor y olor, que desarrollan en el producto su grado alcohólico característico y deseable, considerándose de esta manera la etapa de la fabricación más difícil de controlar. Todo este proceso transcurre en un periodo aproximado de cinco a seis días mediante la transformación

de los azúcares fermentesibles obtenidos en cocimiento en alcohol y gas carbónico, a través de la acción de la levadura en condiciones ideales de temperatura y presión.

Después de la fermentación, la cerveza es separada de la levadura, la cual puede ser reutilizada para fermentar más mosto posteriormente. La cerveza se deja en reposo durante un día, periodo en el cual se fijan ciertas cualidades y se clarifica naturalmente. Los principales productos obtenidos durante la fermentación son el etanol (alcohol etílico) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), este último puede recuperarse y utilizarse en la filtración del producto para dar más cuerpo a la cerveza. La reacción que describe el mecanismo de fermentación es la siguiente:



**Figura 8.** Reacción Química de la fermentación. Fuente: Compañía Brahma Venezuela.

En Brahma Venezuela se utiliza la fermentación Baja utilizando la levadura *Saccharomyces uvarum*.

*Maduración:* La maduración es conocida como la etapa más corta de todo el proceso de elaboración de la cerveza, ya que esta tiene por objetivo dejar sedimentar en forma natural la materia amorfa y restos de levadura que no hayan sido retirados durante la centrifugación previa del producto antes de ser almacenada en el tanque madurador. Este proceso se logra mediante el enfriamiento del producto entre T=- 2°C y 0°C con contrapresiones entre 0,3 y 0,5 Atm durante mínimo 2 días para garantizar de esta manera la deposición de todos los compuestos insolubles por acción del frío, formando el geleguer o pasta que se deposita en el fondo del tanque, retirándose posteriormente para pasar a la etapa de filtración.


*Filtración:* Es la última etapa del proceso antes de ser envasado el producto. En esta fase se desarrollan prácticamente todas las cualidades físico-químicas del producto, se le da cuerpo a la cerveza mediante la inyección de CO<sub>2</sub> al filtrar, se dosifica lúpulo mediante bombas peristálticas para ajustar su amargo y aroma

característicos y deseables, se dosifican antioxidantes (Isona MD y Metabisulfito) que impiden la oxidación del producto en el tiempo por la acción de un exceso de oxígeno en la cerveza, se desarrolla la espuma blanca y el color, a través de la mezcla con agua alcanzando el extracto necesario para cumplir con todos los parámetros de calidad establecidos por la compañía.

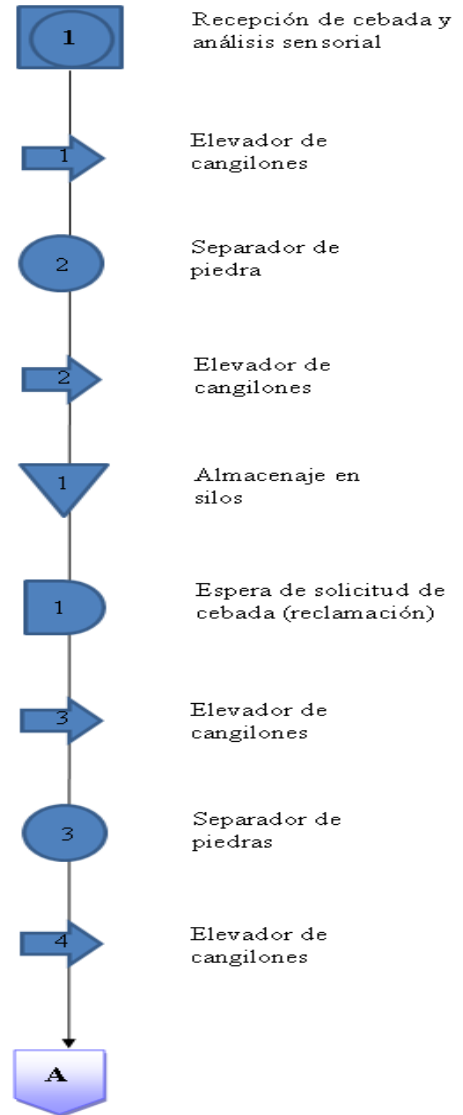
Todas estas cualidades desarrolladas se logran a través de un filtro, donde se utiliza un compuesto a base de sílice y arcilla como lecho filtrante para posteriormente, mediante un proceso de adsorción, conferir brillo a la cerveza, retirando todas las sustancias opalescentes que adquiere el producto durante las etapas previas de fermentación y maduración. Este proceso se debe llevar a cabo a temperaturas que no sobrepasen los  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y con cantidades de oxígeno que no superen los 40 ppb, con lo que se garantiza el proceso idóneo con resultados óptimos que aseguran la calidad y estabilidad organoléptica con el transcurrir del tiempo. Finalmente, una vez que el producto es filtrado y que cumple con los parámetros de calidad establecidos se almacena en tanques contrapresionados manteniendo su temperatura para ser envasados posteriormente.

*Envasado:* El proceso de envasado consiste en llenar botellas, latas o barriles a través de llenadoras automatizadas donde se calibra la cantidad de cerveza que se quiere dosificar, contrapresionadas con  $\text{CO}_2$  para evitar la incorporación de oxígeno en esa etapa.

Una vez lleno el insumo a través de transportadores, el producto es llevado a la zona de pasteurización, donde se cocina para evitar cualquier presencia de contaminación microbiológica a través de la inyección de vapor y agua caliente mediante pasteurizadores neumáticos que hacen pasar el producto por túneles de aspersion. Pasteurizada la cerveza, la misma es llevada a máquinas paletizadoras donde se guardan ya sea en cajas de cartón o vacíos para ser llevados al almacén de productos terminados y finalmente despachados hacia el mercado.


	<b>DIAGRAMA DE PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CERVEZA</b>	<b>Fecha:</b> Junio del 2012
	<b>Método:</b> Actual	<b>Página:</b> 1 de 5
<b>Inicia en:</b> Recepción de Cebada.		<b>Termina en:</b> Almacén de Producto Terminado.

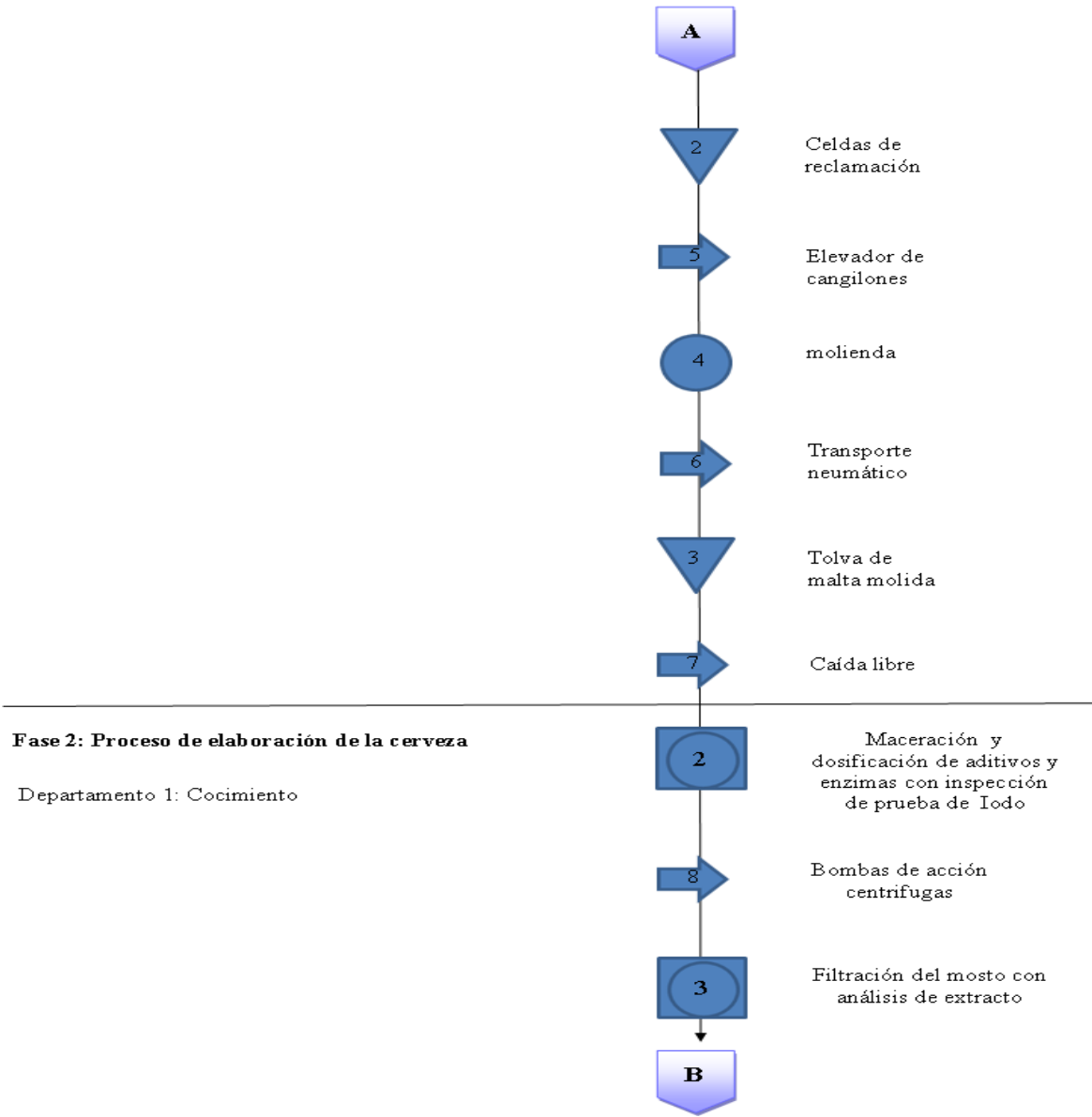
**Fase 1: Recepción y manejo de la cebada**



<b>Realizado por:</b> Nuñez y Torrealba	<b>Revisado por:</b>
---	----------------------

**Gráfico 1.** Diagrama de Procesos de elaboración de cerveza

	<b>DIAGRAMA DE PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CERVEZA</b>	<b>Fecha:</b> Junio del 2012
	<b>Método:</b> Actual	<b>Página:</b> 2 de 5
<b>Inicia en:</b> Recepción de Cebada.		<b>Termina en:</b> Almacén de Producto Terminado.



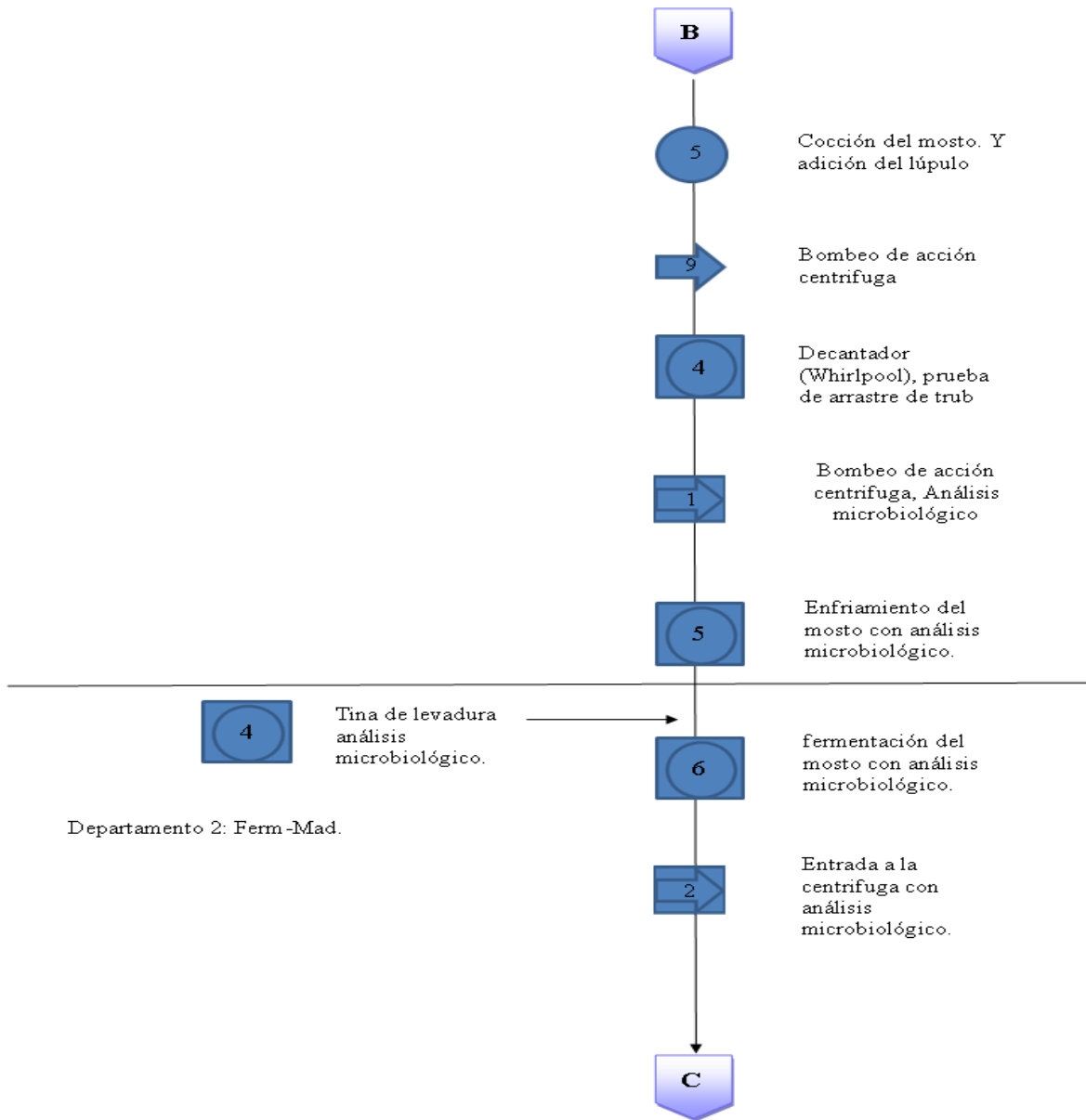
<b>Realizado por:</b> Nuñez y Torrealba	<b>Revisado por:</b>
---	----------------------

**Continuación Gráfico 1.** Diagrama de Procesos de elaboración de cerveza



Inicia en: Recepción de Cebada.

Termina en: Almacén de Producto Terminado.



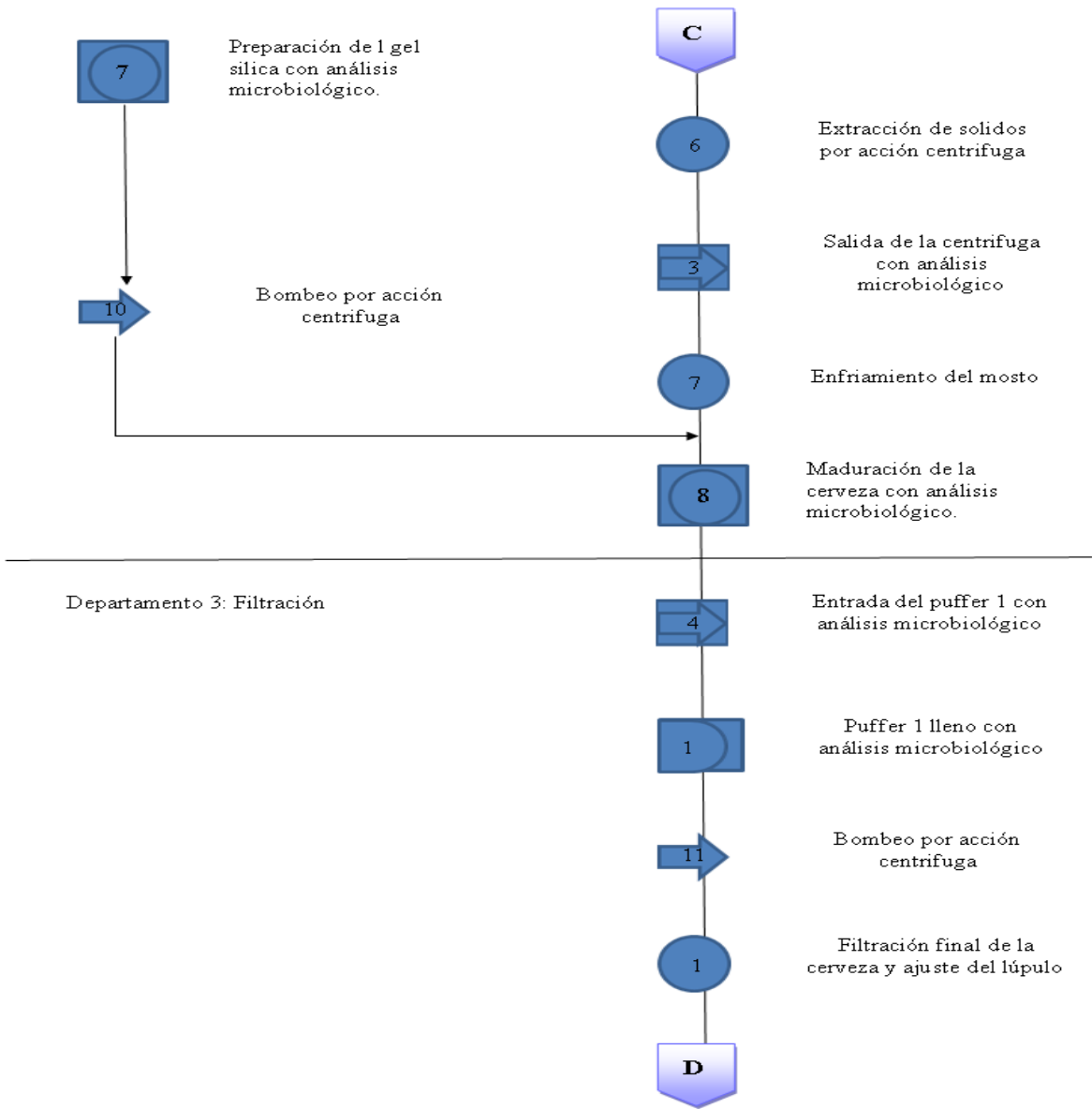
Departamento 2: Ferm-Mad.

Realizado por: Nuñez y Torrealba

Revisado por:

*Continuación Gráfico 1.* Diagrama de Procesos de elaboración de cerveza

<b>Inicia en:</b> Recepción de Cebada.	<b>Termina en:</b> Almacén de Producto Terminado.
--	---



<b>Realizado por:</b> Nuñez y Torrealba	<b>Revisado por:</b>
---	----------------------

**Continuación Gráfico 1.** Diagrama de Procesos de elaboración de cerveza



**DIAGRAMA DE PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CERVEZA**

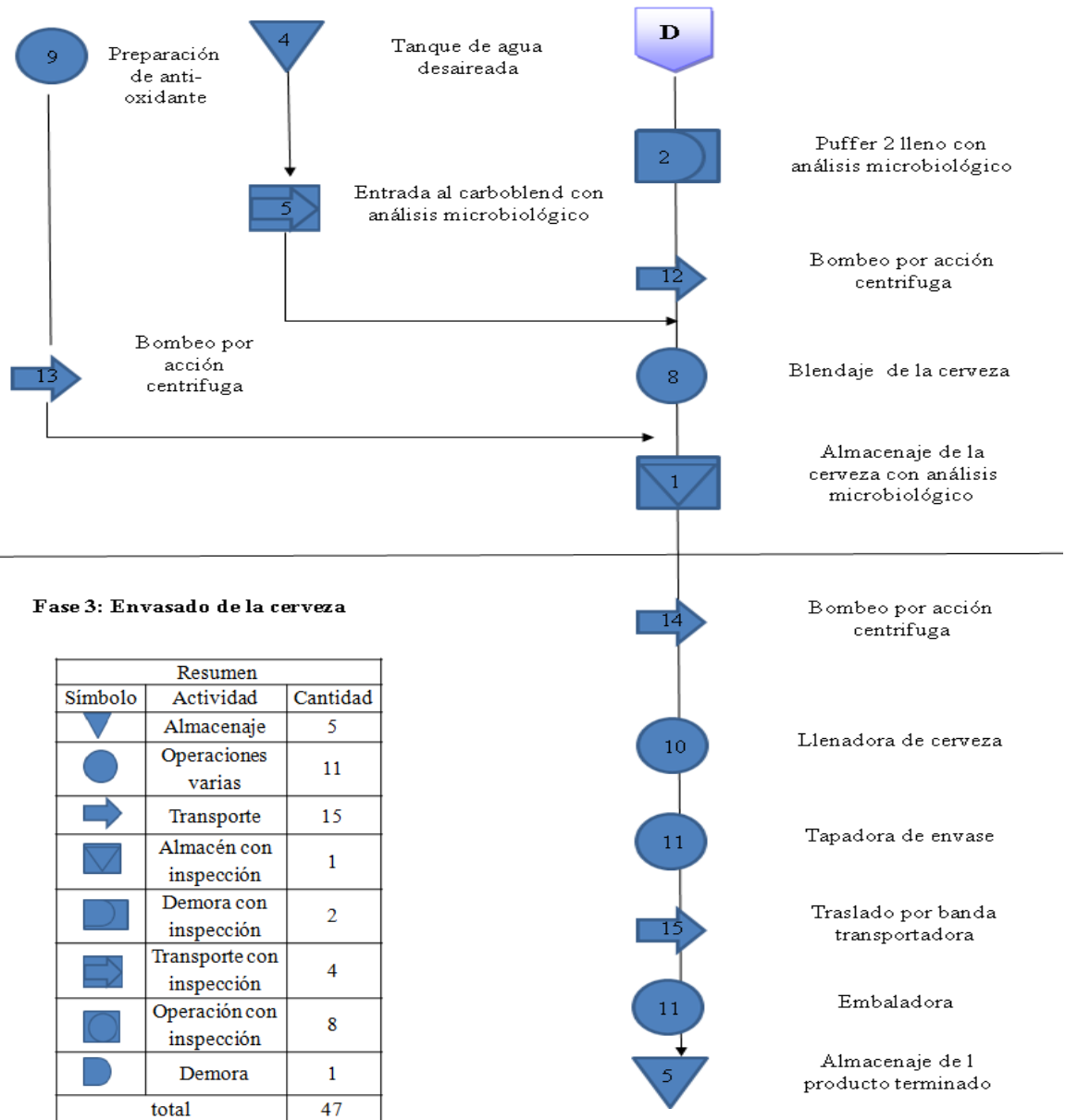
Fecha: Junio del 2012

Método: Actual

Página: 5 de 5

Inicia en: Recepción de Cebada.

Termina en: Almacén de Producto Terminado.



Realizado por: Nuñez y Torrealba

Revisado por:

**Continuación Gráfico 1.** Diagrama de Procesos de elaboración de cerveza

## **Limpieza y desinfección de equipos utilizando (C.I.P)**

Es una operación mecánica automática de limpieza de los equipos que tienen contacto directo con el producto, este mecanismo se rige por:

Patrón: Técnicas para limpieza y desinfección en la producción de cerveza

El patrón técnico para la limpieza y desinfección de equipos, tuberías y líneas se basa en una serie de parámetros impuestos por la empresa que deben cumplir los productos de limpieza en cuanto a concentración, temperatura y tiempo de recirculación para poder efectuar el arrastre químico y mecánico en dicho espacio.

- **Concentración:** Asegura la acción química y mecánica de las soluciones.
- **Tiempo:** El tiempo de recirculación de las soluciones de limpieza debe ser el adecuado, ya que el mismo asegura la efectividad química y mecánica de los productos de desinfección, asegurando así el buen estado de los equipos y tuberías por donde circulará el producto, evitando en lo posible que éste se contamine. Se debe asegurar siempre el tiempo mínimo de recirculación de las soluciones.
- **Temperatura:** Se debe realizar la recirculación de las soluciones con la temperatura designada según patrón. Los equipos y líneas que requieran soda a altas temperaturas se deben limpiar con este requisito, ya que la temperatura acelera la acción química, en el caso del agua caliente asegura la esterilización.

Los productos de limpieza utilizados para remover restos de productos en las diferentes áreas del proceso productivo son: solución de hidróxido de sodio o solución de hidróxido de sodio aditivada (dependiendo de la necesidad y disponibilidad), ácido nítrico o fosfórico y ácido peracético (desinfectante), estas tres soluciones combinadas se encargan de realizar la limpieza en medio ácido y básico, dependiendo de la limpieza que se requiera en el área en un determinado momento.

- **Limpieza Alcalina:** Solución de hidróxido de sodio+ Ácido peracético (Limpieza en medio básico).
- **Limpieza Mixta:** Solución de hidróxido de sodio+ Ácido Nítrico o fosfórico+ Ácido peracético (Limpieza en medio básico y ácido).

La frecuencia de las limpiezas depende de la programación de producción, disponibilidad del área y necesidad requerida por el equipo tanque o línea. Se utiliza agua a temperatura ambiente o caliente (dependiendo de la necesidad y disposición del área), la cual se encargará del arrastre de producto para posteriormente pasar las soluciones de limpieza. Cabe recalcar que entre cada pase de solución de limpieza se recircula agua para purgar y poder pasar la próxima solución.

Es necesario saber:

- El calor es más eficaz en un medio alcalino que en uno ácido.
- La consistencia del material, acuoso o viscoso, influye marcadamente en la penetración del agente.
- Las concentraciones altas de carbohidratos aumentan, por lo general, la resistencia térmica de los organismos.
- La presencia de materia orgánica extraña reduce notablemente la eficacia de los agentes químicos antimicrobianos por inactivar éstos o proteger al microorganismo.

Ventajas del CIP:

- Poca mano de obra.
- Detergente más concentrado.
- Limpieza continúa.
- Resultados reproducibles.
- Único método práctico para tanques de gran tamaño.

Desventajas del CIP:

- Puntos muertos sin recirculación
- Parada total si el sistema falla.
- Problemas difíciles de diagnosticar.

### **Limpieza y desinfección de equipos de forma manual (scrubing)**

Es una operación mecánica y manual de la parte externa de algunos equipos y de sus partes, donde se manejan menores concentraciones de las soluciones de limpieza en comparación al C.I.P.

Se retiran las piezas de equipos, tanques fermentadores, maduradores y demás mecanismos que se deseen desinfectar y se realiza una limpieza manual, cepillando cada pieza con soluciones detergentes, si es necesario se coloca la pieza en un baño germicida.

### **Muestreo Microbiológico**

Cuando se elaboran alimentos o cuando se tiene que controlar su calidad y/o seguridad, los análisis microbiológicos proporcionan información muy valiosa, respecto a: la calidad de las materias primas, las condiciones sanitarias en que se procesó el alimento, y sobre la efectividad del proceso, específicamente de los métodos de conservación.

En este orden de ideas, el muestreo microbiológico es la operación que consiste en separar un número determinado de muestras de un lote con el fin de obtener unos resultados analíticos confiables, con el objeto de saber si una remesa de productos alimentarios cumple o no con las normas microbiológicas legales establecidas para él, o los criterios microbiológicos. (Pascual *et al*, 2000)

En el examen de cualquier producto alimenticio es importante la adecuada selección de la muestra, la toma correcta de la misma, su conservación y transporte al laboratorio, y la preparación para su análisis. Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de las muestras y su interpretación son únicamente válidos para la muestra que se analiza y serán también válidos para el lote de donde proviene, sólo si la muestra es representativa y se tomaron las medidas necesarias para prevenir cualquier contaminación o alteración de sus características fisicoquímicas y microbiológicas. (CODEX)

## **Implementos para la toma de muestra microbiológica**

Los implementos para la toma de muestra microbiológica constituyen un factor clave para que la misma se pueda realizar con éxito, ya que si falta alguno de estos es casi seguro que haya una limpieza deficiente, lo que no certifica una muestra microbiológica libre de contaminación. Los implementos utilizados en la compañía son los siguientes:

- Alcohol a una concentración del 70%
- Alcohol a una concentración del 100%
- Mechero
- Cepillo
- Solución Desinfectante (Acido Peracético)
- Agua destilada
- Botella microbiológica.
- Cloro

Los nombrados anteriormente se tienen que encontrar en cada departamento del área de procesos, en caso de que falte o falle alguno de los implementos se tiene que notificar al Departamento de Calidad, quienes deben resolver la falla antes de tomar la próxima muestra microbiológica.

## **Pasos para la toma de muestra microbiológica:**

Es necesario que al momento de tomar una muestra microbiológica, la persona encargada cumpla en secuencia los pasos pertinentes ya estandarizados por la empresa, para la correcta toma de muestra:

1. Asegurarse de tener una botella microbiológica para la toma de muestra en buen estado.
2. Limpiar los alrededores del área con cloro.
3. Limpiar con cepillo y solución jabonosa el grifo y sus alrededores.
4. Quitar la solución jabonosa con agua destilada.
5. Esterilizar las manos y el ante brazo con alcohol al 70%

6. Impregnar el grifo y sus alrededores con alcohol concentrado al 100%
7. Flamear el grifo y sus alrededores
8. Abrir el grifo
9. Flamear la tapa de la botella microbiológica
10. Abrir la botella microbiológica
11. Flamear alternamente entre la boca y los alrededores del grifo.
12. Tomar por lo menos 50 ml de muestra.
13. Cerrar la botella flameando la boca de la misma.

Es sumamente importante que no se acerque mucho la llama al producto, ya que si se llega a producir contacto directo, el mismo se quema y la muestra se tendría que desechar y volver a tomar.

### **Parámetros de control**

Ítems de Control (IC): Son parámetros de control que no se reflejan directamente en las características organolépticas del producto por lo tanto no son limitantes para la comercialización del producto. Se tiene como IC el siguiente indicador de gestión:

Microíndice: Es el índice que mide la carga microbiológica que posee una pequeña muestra representativa, en relación al lote que se desee analizar.

Cabe recalcar que el Microíndice es un parámetro IC hasta la entrada del Pasteurizador (en el área de envasado), si el producto al salir del pasteur presenta carga microbiana se retiene y pasaría a formar parte del Ítem de Control Liberatorio.

Ítems de Control Liberatorio (ICL): Son características de calidad de la empresa que implica que los resultados fuera de los límites establecidos, pueden afectar la calidad del producto acabado en una intensidad percibida por el consumidor. Las mediciones deben obedecer una frecuencia establecida y sus resultados deben ser acompañados por un sistema, en caso de esta compañía se utiliza el Mes.

Se tienen como ítems de control liberatorio las propiedades organolépticas de la cerveza, las más importantes se describen a continuación:



Amargor: Es una característica de la cerveza reconocida por casi todos los bebedores y atribuible en gran medida a un grupo de compuestos llamados iso- $\alpha$ -ácidos. No se encuentran naturalmente en la cerveza, pero son productos de la isomerización de los  $\alpha$ -ácidos naturales. Se ha debatido ampliamente la importancia de la distribución química precisa de los diversos iso- $\alpha$ -ácidos y su efecto último en la calidad de la cerveza. A pesar de que existe poca diferencia entre las hidrofobicidades de los pares cis-trans de iso- $\alpha$ -ácidos, los isómeros cis son significativamente más amargos que los compuestos trans. Los niveles típicos de iso- $\alpha$ -ácidos en la cerveza son de 10-60 mg/L, aunque hay casos que se salen de este rango (Hughes y Baxter, 1993).

Color: El color de la cerveza se le atribuye a la malta, siendo que el grado de formación de color durante el tostado se correlaciona con el color de la cerveza. El empleo de maltas especiales que se aplican en proporciones más pequeñas, aportan el color a la cerveza final. Las maltas más oscuras, es decir, con valores EBC más altos, tienden a usarse en cervezas oscuras o especiales (Hughes y Baxter, ob.cit).

Flavor de la cerveza: El término flavor incorpora experiencias del consumidor cuando come o bebe. Una peculiaridad de la complejidad del flavor de la cerveza es que se puede agrupar en gusto, aroma y sensación bucal. Para muchas cerezas el amargor, el alcohol y el dióxido de carbono dominan el perfil sensorial de la misma y son características fácilmente percibidas por el consumidor (Hughes y Baxter, ob.cit).

El aroma de la cerveza procede no sólo de cuando se huele sino también de la destilación de los volátiles de la cerveza cuando se encuentra en la boca. Debido a la complejidad de la cerveza, el aroma de la mismo no se puede caracterizar con unos pocos componentes bien definidos, por el contrario, muchos compuestos contribuyen al flavor de la cerveza, tanto individualmente como de forma sinérgica o antagónica (Berger et al, 2009).

Ésteres: Cierta número de ésteres contribuyen al sabor de la cerveza, de los cuales los más importantes son acetato de etilo y acetato de isoamilo, que es una mezcla de acetato de 2 y 3 metilbutil. Existen varios factores que influyen en los niveles de estos compuestos, entre ellos la gravedad específica del mosto y la

cantidad de oxígeno al que se expone la levadura, sin embargo el factor principal que afecta la cantidad de ésteres producidos es la propia cepa de la levadura, debido a que algunas cepas generan ésteres más fácilmente que otras (Hughes y Baxter, ob.cit)

Alcoholes: Un amplio grupo de alcoholes afectan el aroma de la cerveza, el más importante es el etanol, que se halla en casi todas las cervezas a niveles que superan al menos en dos órdenes de magnitud cualquier otro alcohol. El etanol contribuye directamente en el aroma de la cerveza comunicándole un carácter “cálido”. El etanol también juega un papel en la percepción del flavor de otros componentes de la cerveza ya que puede influir en el reparto 58 de los componentes del flavor entre la parte líquida de cerveza, la espuma y el espacio de cabeza (Berger et al, ob.cit).

Dicetonas vecinales: Así como puede considerarse que los ésteres y los alcoholes superiores de la cerveza son una contribución positiva al aroma de la misma, esto no ocurre con las dicetonas vecinales, las cuales son sustancias que derivan del piruvato. La eliminación de las mismas en la cerveza, depende de cómo se efectúa la fermentación (Hughes y Baxter, ob.cit).

Compuestos de azufre: Algunos de los aromas más característicos de la cerveza se deben a la presencia de compuestos de azufre. A niveles ligeramente perceptibles, su impacto sobre el aroma no es desagradable y es característico de muchas cervezas tipo Ale, sin embargo deben evitarse niveles altos de sulfuro de hidrógeno pues comunicaría un flavor de la cerveza similar al de huevos podridos (Hughes y Baxter, ob.cit).

Aroma de lúpulo: La adición de lúpulo a la cerveza no sólo imparte amargor sino también un peculiar aroma a lúpulo. El aroma a lúpulo de la cerveza procede del aceite esencial de lúpulo que contiene más de 300 componentes. La composición exacta del flavor del lúpulo en la cerveza depende del tipo de lúpulo empleado. Para conseguir el amargor requerido, comúnmente se añade el lúpulo al comienzo de la ebullición (Berger et al, ob.cit).

Flavores de la malta: La malta es la principal materia prima de casi todas las cervezas producidas mundialmente. La que más se utiliza es la malta blanca, la cual se tuesta para eliminar el agua absorbida durante la germinación. El tostado ayuda a

reducir los niveles de nota a verde que son negativos para el flavor y son característicos de la malta sin tostar, los cuales son debidos a la presencia de hexanal (Berger et al, ob.cit).

## **Calidad**

Según Hazas (2000), la calidad no es más que el grado en el que un conjunto de características (rasgos diferenciadores), inherentes cumplen con los requisitos, es decir, con la necesidad o expectativa establecida. El termino calidad puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como, pobre, buena o excelente. Cuando se habla de requisitos se refiere por ejemplo a requisitos del producto, requisito de la gestión de calidad, requisitos del cliente, entre otros, los cuales pueden ser generados por las diferentes partes interesadas.

## **Mejora Continua**

En relación con esto Deming (1996), sostiene que la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado mejoramiento continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

Asimismo Imai (1999), define el mejoramiento continuo de la Calidad como una metodología sencilla orientada a eliminar problemas en los procesos que se han hecho crónicos y están generando perdidas.

Por otra parte, comenta que el mejoramiento continuo y gradual es la clave del éxito, debido a que al aplicar técnicas o herramientas de calidad se inicia el camino hacia la excelencia, tanto para la empresa como para los trabajadores.

La mejora continua de un proceso que describe lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo. La importancia de esta técnica gerencial en que con la aplicación se contribuye a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

Es una herramienta gerencial mediante la cual se logra que los procesos sean eficientes, que no se generen desperdicios o en su defecto se produzcan el mínimo posible de desperdicios y los resultados satisfagan los requisitos de los clientes.

Se dice que la mejora continua siempre es posible, ya que nunca existe la manera ideal de realizar un trabajo, siempre se encontrara una mejor forma de realizarlo.

Es un principio básico de la gestión de la calidad, donde la mejora continua debe ser un objetivo permanente de la organización para incrementar la ventaja comparativa a través de las mejoras de las capacidades organizativas. Entre las ventajas de la mejora continua se tienen:

1. Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
2. Se consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
3. Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
4. Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
5. Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
6. Permite eliminar procesos repetitivos.

Entre las desventajas de la mejora continua se tienen:

1. Cuando la mejora continua se centra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre los miembros de la empresa.
2. Requiere de un cambio en la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
3. En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son conservadores, la mejora continua se hace un proceso largo.

4. Se deben hacer inversiones importantes.

Harrington (1993), señala que para mejorar un proceso es necesario cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, y como cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

### **El Ciclo PHVA**

El ciclo PHVA, fue introducido en Japón después de la segunda guerra mundial, idealizado por Shewart y divulgado por Edwards Deming quien efectivamente lo aplicó.

Según Aguiar (2002), el PHVA es empleado para resolver cualquier problema, realizar cualquier gestión y dependiendo del foco/gerencia en que es utilizado, el giro del PHVA tomará varios formatos diferentes. La integración de herramientas de calidad del PHVA será hecha para cada utilización específica y dependerá de la gerencia para mantener, mejorar e innovar.

De acuerdo a Pessoa (2007) el ciclo PHVA es una secuencia de actividades que son ejecutadas de forma cíclica para mejorar resultados y/o alcanzar metas establecidas. El ciclo inicia en la etapa de planificación, seguidamente la etapa de acción, donde el conjunto de acciones planeadas son ejecutadas, se realiza una revisión de lo que fue hecho para verificar si cumple con lo planeado y por último constantemente (de manera cíclica), se realizan auditorías para revisar el impacto de las acciones que mitiguen ese efecto indeseado.

En esencia, el proceso de mejoramiento continuo o ciclo PHVA se basa en las siguientes fases, las cuales se encuentran totalmente integradas y cada una depende de la anterior.

Fase 1: Identificación del problema: el objetivo principal es definir claramente el problema y evidenciar su importancia, conceptualizando su frecuencia y su evolución hasta el momento actual, analizando la conveniencia de la solución.

Fase 2: Análisis del Fenómeno: el objetivo de esta fase es entender el proceso, levantando todos los datos y hechos disponibles sobre el problema en el lugar de la

ocurrencia, estratificando los datos y procurando siempre identificar aspectos diferenciados del problema, priorizando los aspectos más importantes para realizar el análisis (buscar posibles causas).

Fase 3: Investigar cual es la causa o el factor más importante: Dentro de todos los posibles factores y causas considerados en el paso anterior, es necesario investigar cual o cuales se consideran más importantes.

Fase 4: Implementar: Esta fase tiene como objetivo preparar el plan de implementación, obtener aprobación e implementar los mejoramientos del proceso. El contenido del plan de implementación debe describir. Por que se hará?, como se hará?, cuándo se hará?, quién lo hará? y donde se hará?.

Fase 5: Poner en práctica las medidas remedio: Para llevar a cabo las medidas remedio se debe seguir al pie de la letra el plan elaborado en el paso anterior, además de involucrar a los afectados y explicarles la importancia del problema y los objetivos que se persiguen.

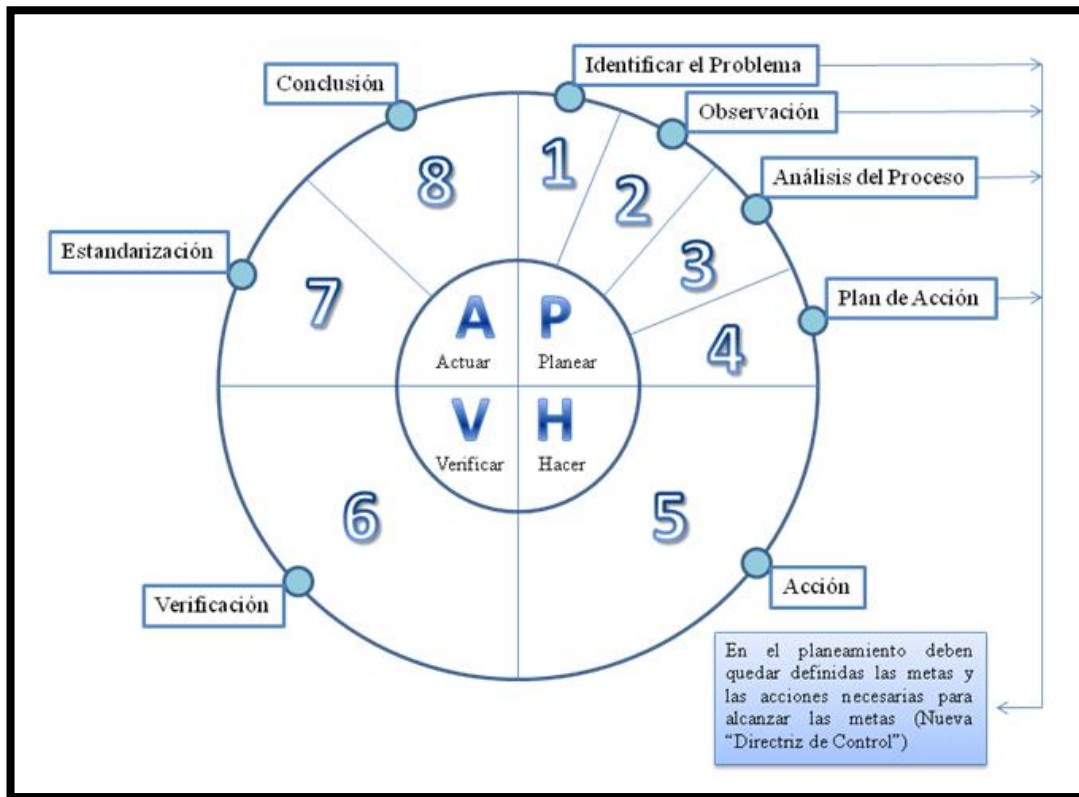
Fase 6: Verificar: Esta fase tiene como objetivo verificar si las medidas remedio dieron resultado. Para ello, es importante dejar funcionar el proceso un tiempo suficiente, de tal forma que los cambios realizados se puedan reflejar y posteriormente comparar la situación antes y después de las modificaciones.

Fase 7: Prevenir la recurrencia del problema: Se basa en prevenir la reaparición del problema o garantizar los avances logrados; para ello, hay que estandarizar las soluciones a nivel proceso, los procedimientos y los documentos correspondientes, de tal forma que el aprendizaje logrado mediante la solución se refleje en el proceso y en las responsabilidades. Es necesario comunicar y justificar las medidas preventivas, y entrenar a los responsables de cumplirlas.

Si las soluciones no dieron resultado se debe repasar todo lo hecho, aprender de ello, analizar, obtener conclusiones y, en base a esto, comenzar de nuevo desde la fase 1.

Fase 8: Conclusión: Finalmente en esta fase, se realiza el análisis de los resultados y se consolida de qué forma serán atacados los problemas remanentes en caso de que exista alguno.

De una manera más clara es posible visualizar todas las fases anteriores a través del gráfico 2.



**Gráfico 2.** Modelo de Ciclo PHVA. Fuente: Falconi, (1994)

### Diagrama Causa- Efecto

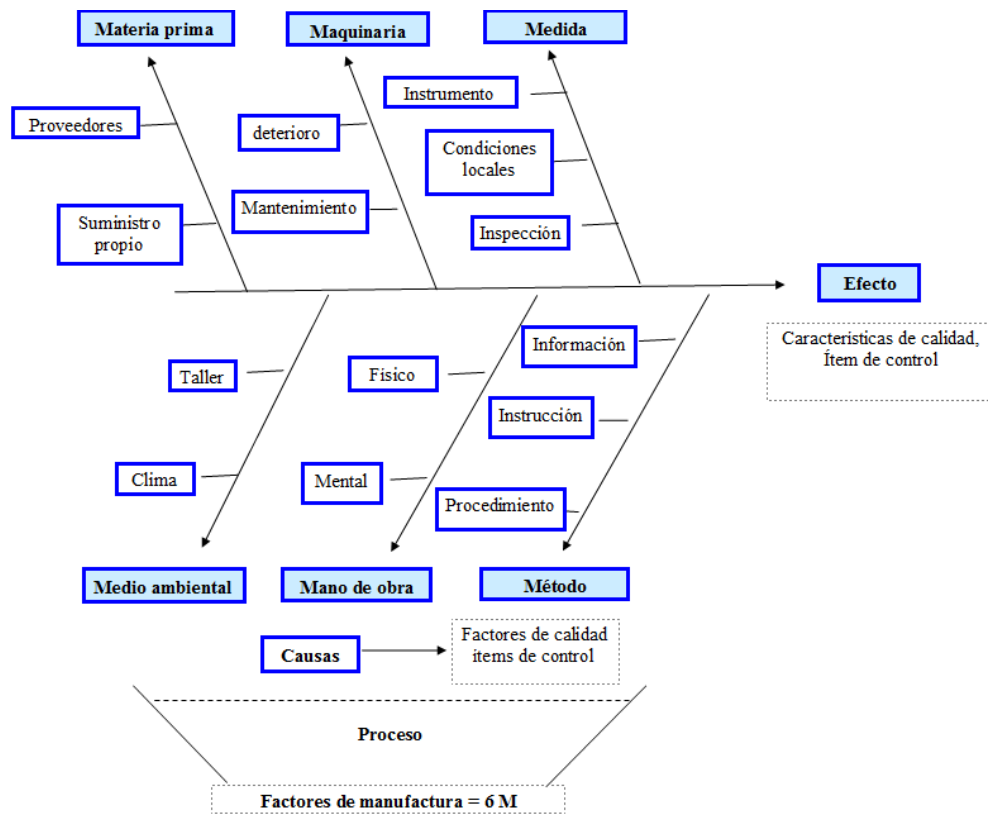
Acero (2008) define esta herramienta como la más idónea para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo amplíe la comprensión de problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y organizar planes de acción.

Así mismo Acero (Ob. Cit.) explica “El diagrama causa y efecto representa una forma ordenada y completa las causas que determinan el problema y constituye una útil base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de las verdaderas causas”

Por otra parte Gutiérrez (2010) indica el diagrama causa y efecto, también denominado “diagrama de Ishikawa”, se basa es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.

Método de las 6M: Es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): Métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen, de manera global, todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M. El gráfico 3 ilustra el diagrama Causa y Efecto utilizando el método de las 6M.





**Gráfico 3.** Diagrama Causa y Efecto utilizando el método de las 6M. Fuente: Falconi, (1994)

### Bases legales

Dentro de la normativa Venezolana se tiene el Artículo 83 de la Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela el cual declara “Toda persona tiene derecho a la salud...y el de cumplir con las medidas sanitarias y saneamiento que establezca la ley...” El estado tiene el deber de garantizar el suministro de alimentos sanos e inocuos a la población Venezolana.

Así mismo, las normas por las cuales se rige la compañía Brahma Venezuela, S.A. son las siguientes, las cuales garantizan la salubridad e inocuidad del producto.

### **Normas Consolidadas de AIB Internacional para Inspección (2009)**

En uso desde 1956, las Normas Consolidadas forman la base de la Inspección de AIB International, reconocida en todo el mundo. Las Normas son una serie de declaraciones que representan los requerimientos claves, con los cuales una instalación de procesamiento de alimentos tiene que cumplir para mantener la salubridad e inocuidad de sus productos. Las normas también reflejan lo que un inspector anticipa ver en una instalación que haya mantenido su ambiente de procesamiento de alimentos en condiciones salubres e inocuas.

AIB International está comprometida a fortalecer la salubridad, inocuidad y Calidad en la cadena de suministro de alimentos y a brindar programas educativos y técnicos de alto valor.

En enero del 2009, AIB publicó la nueva versión de la Norma más fundamental, la cual reemplaza Las Normas Consolidadas de AIB International para la Seguridad de los Alimentos. Este documento, escrito en lenguaje común y no regulatorio, incluye una descripción del propósito de las normas; un desglose detallado de las calificaciones potenciales; las normas completas, organizadas según las cinco categorías; una lista de los documentos a tener disponibles previo a una inspección; y un glosario de términos, entre otros elementos. La nueva norma pretende ofrecer una guía educativa, fácil de usar y llena de información clara que cada instalación asociada con la producción y distribución de alimentos podrá usar para mejorar sus programas y lograr una buena calificación de inspección o auditoría.

### **Covenin 3340-1997**

Esta norma venezolana establece los requisitos que deben cumplir las bebidas alcohólicas tanto de fabricación nacional como las importadas. Aquellas bebidas alcohólicas que posean normas específicas se regirán por el mismo. Ejemplo: Ron, Whisky, cerveza, vino y sus derivados.

### **Covenin 91-2002**

Esta norma venezolana establece los requisitos de la bebida denominada cerveza, tales como materia prima, adjuntos (acidificadores, sales, antioxidantes, coagulantes, medios filtrantes), tipo de levadura a emplear y demás características (color, extracto, grado alcohólico). También establece que la cerveza no puede contener materiales extraños como lo son: fragmentos de vidrio, metal, plástico, insectos, entre otros.

### **Covenin 1923-88**

Esta norma tiene como objeto establecer las características mínimas que deben cumplir los envases metálicos de dos piezas, destinadas a contener cervezas y bebidas carbonatadas.

### **Covenin 1922-85**

Esta norma tiene como objeto establecer las características mínimas que deben cumplir los envases de vidrio, retornables, destinados a contener cervezas, bebidas carbonatadas y no carbonatadas (agua mineral) excepto sidra, champaña u otras bebidas alcohólicas.

### **Catálogo Microbiología 2001 Edición N°15 CENG.2.LAB000002.**

Conjuntos de parámetros que recopilan la información más importante de los catálogos microbiológicos a nivel mundial, adaptados a la empresa. Cabe recalcar que esta información es netamente confidencial de la compañía.

## Glosario de Términos

- Afrecho: Restos de cascarillas de la cebada.
- Análisis de extracto: Prueba que se le realiza al mosto a la salida del filtro meura con la finalidad de que se aproveche al máximo la mayor cantidad de extracto original (mosto en maceración).
- Análisis sensorial: El análisis sensorial se basa en una serie de pruebas basadas en los cinco (5) sentidos perceptibles por el humano, que se le hacen tanto a la materia prima como al producto terminado.
- Asepsia: Técnicas empleadas para impedir el acceso de microorganismos al campo de trabajo por medio de una serie de productos de limpieza.
- Antisépticos: Son aquellas sustancias químicas que previenen el crecimiento o acción de los microorganismos ya sea destruyéndolos o inhibiendo su crecimiento y actividad. Se refiere a sustancias que se aplican sobre el cuerpo.
- Bacterias: Son microorganismos procarióticos de forma esférica (cocos), de bastón recto (bacilos) o curvado (vibrios), o espirareles (espirilos). Pueden existir como organismos individuales, formando cadenas, pares, tétradas, masas irregulares, etc. Las bacterias son una de las formas de vida más abundantes en la tierra que solo se pueden ver mediante microscopio.
- Bacterias Aerobias: Bacterias que se reproducen en presencia del oxígeno y se transmiten a través del aire.
- Bacterias Anaerobias: Son aquellas bacterias que sólo pueden desarrollarse en ausencia de cantidades significativas de oxígeno (O<sub>2</sub>).
- Bomba de acción centrifuga: Equipo utilizado para trasladar un fluido.
- C.I.P (clean-in-pleace): Limpieza en el lugar.
- Carbolend: Es un equipo que adiciona agua y gas carbónico (CO<sub>2</sub>) con la finalidad de llevar la cerveza a los parámetros establecidos por la empresa y la ley.
- Cerveza verde: Es la cerveza que aún no ha pasado a la etapa de maduración.

- Desinfección: Proceso de destruir los agentes infecciosos.
- Desinfectantes: Son aquellas sustancias químicas que matan las formas vegetativas y no necesariamente las formas de resistencia de los microorganismos patógenos.
- Elevador de cangilones: Mecanismo que se emplea para el acarreo transporte o manejo de materiales.
- Esterilización: Es el proceso de destrucción de todas las formas de vida microbiana.
- Gel sílica: Es un floculante-coagulante a base de sílice que ayuda a remover los sólidos suspendidos en la cerveza.
- Hexanal: Es un aldehído con forma molecular  $C_6H_{12}O$ . Utilizado en la industria para producir sabores frutales.
- Inocuidad de los alimentos: Engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos. Las políticas y actividades que persiguen dicho fin deberán de abarcar toda la cadena alimenticia, desde la producción al consumo. La inocuidad es uno de los cuatro grupos básicos de características que junto a las nutricionales, organolépticas y comerciales componen la calidad de los alimentos.
- Líneas del C.I.P: Tuberías donde ingresan las soluciones de limpieza.
- Líneas de producto: Tuberías por las cuales el producto se traslada hacia su siguiente etapa.
- MA-MB: Maduradores pequeños con una capacidad de tres mil cien (3100) hectolitros cada uno.
- Maturex: Enzimas que se inoculan al fermentador en conjunto con la levadura para aumentar la acción metabólica.
- Microbiología: Es la rama de la biología encargada del estudio de los microorganismos, seres vivos pequeños (del griego «μικρος» mikros "pequeño", «βιος» bios, "vida" y «λογία» logía, tratado, estudio, ciencia), también conocidos como microbios. Se puede definir también como la ciencia

de la biología dedicada a estudiar los organismos que son sólo visibles a través del microscopio. La microbiología tradicional se ha ocupado especialmente de los microorganismos patógenos entre bacterias, virus y hongos, dejando a otros microorganismos en manos de la parasitología y otras categorías de la biología.

- Microbiología industrial: Estudia la explotación de los microbios para su uso en procesos industriales.
- Microbiología de los alimentos: Estudio de los microorganismos que degradan los alimentos.
- Microíndice: Es el índice microbiológico que indica la cantidad de UFC en una cantidad determinada de producto y su frecuencia.
- Microorganismos: También llamados microbios (del griego μικρο que significa micro, diminuto, pequeño y βίος, que significa vida), es un ser vivo tan pequeño que solo puede visualizarse con el microscopio. Son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental. En su mayoría son unicelulares, aunque en algunos casos se trate de organismos cenóticos compuestos por células multinucleadas, o incluso multicelulares.
- Mosto: Es un caldo dulce que será el lugar de cultivo de las levaduras, por definición éste debe tener azúcares fermentables, es decir, que sean capaces de alimentar levaduras para que éstas generen alcohol etílico y gas carbónico.
- PF: Fermentador pequeño con una capacidad de tres mil ciento nueve (3109) hectolitros.
- Propiedades Organolépticas: Las propiedades organolépticas son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene el producto en general, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color. Todas estas sensaciones producen al consumidor una experiencia agradable o desagradable al consumir dicho producto.
- Prueba de Iodo: Análisis que se le realiza al mosto después de la maceración con la finalidad de observar la transformación de los almidones en azúcares.

- Puffer1 y 2: Tanques intermedios que aseguran el flujo hacia el filtro de vela y el carboblend en el dpto. De filtración.
- Punto Muerto: Tramo de tubería por donde no hay flujo de producto o solución de limpieza (se presenta estancamiento).
- Salubridad: Conjunto de condiciones sanitarias idóneas para el consumo de un alimento o producto alimentario.
- Shurt Graph: Gráfico de la verdad, es un equipo utilizado para graficar los parámetros de concentración, temperatura y tiempo por medio de sensores eléctricos.
- SS: Solicitud de servicio que se realiza para gestionar cualquier modificación.
- Tanque de Gobierno: Tanque cilíndrico de acero inoxidable donde se almacena la cerveza ya filtrada, destinada al área de envasado.
- Tierra Infusoria: Es un lecho filtrante de diferentes granulometrías que se utiliza en el filtro de velas.
- Trasiego: Es el traspaso de la cerveza verde contenida en un fermentador, hacia el madurador.
- Trub: Coágulos formados durante la cocción del mosto.
- UFC: Unidades formadoras de colonias.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

Todo proyecto de investigación, busca contribuir a la producción de conocimiento en un área específica a partir de construir un argumento sostenido empíricamente. En este sentido la metodología es uno de los componentes necesarios de todo diseño. Al igual que la perspectiva conceptual, se trata de una construcción del investigador; en este caso, de un conjunto de procedimientos para la producción de una evidencia empírica que debe estar articulada lógicamente y teóricamente con los objetivos de la investigación (Satao, 2003).

Por ende, se puede decir, que el marco metodológico es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través, de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio.

#### **Naturaleza de la Investigación**

El presente trabajo se fundamenta como un estudio de campo de carácter descriptivo bajo el enfoque cuantitativo. Al respecto, el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (MTG) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 1998) señala en su Primera Parte, Capítulo II, Literal 9, lo siguiente:

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlo, interpretarlo, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo usos de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigaciones conocidos en desarrollo. Los datos de interés son recogidos directamente de la realidad... (p.5)



En concordancia con lo anterior, el trabajo se enmarca dentro de un tipo de investigación descriptiva, la cual según Hernández y Fernández (1991) señalan que este tipo de investigación mide o evalúa diversos aspectos, características y/o componentes o problemas o fenómenos a investigar, se selecciona un problema en específico, se mide el conjunto de variables o sus características primordiales de manera independiente para describir lo que se está investigando. Además coincide con el diseño de campo, que según Sabino (2003) lo define como aquel que se basa en datos primarios obtenidos de la realidad. En este mismo orden, según Arias (1999), el estudio descriptivo son los que miden de forma independiente las variables y aún cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de la investigación; enmarcado dentro del paradigma cuantitativo.

### **Diseño de la Investigación**

Hernández et al. (Ob.Cit) define diseño de investigación como el plan o estrategias concebidas para obtener la información que se desea, señalando al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio.

En el marco de la investigación planteada, basado en los objetivos específicos definidos en el capítulo I, el proyecto se desarrolló en tres (3) etapas, las cuales se describen a continuación

**Etapas I:** Diagnosticar: En esta fase se aplican las herramientas principales necesarias para la recolección de información con el objeto de poder conocer el proceso productivo de elaboración de cerveza, observar que los procedimientos se lleven a cabo según las normativas establecidas por la empresa, para así poder detectar posibles fallas que inciden en la calidad microbiológica de la cerveza.

- Observación directa
- Diagrama de flujo.
- Entrevistas no estructurada.
- Lista de chequeo.
- Tormenta de ideas.

- Diagrama Causa y Efecto.
- Tabla de Priorización.

**Etapa II:** La metodología empleada para llevar a cabo la presente investigación es el Ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar).

El procedimiento realizado para el logro de los objetivos quedó estructurado en las siguientes partes:

**Tabla 1.** Primera Fase: Planear

Paso del ciclo	Actividad (¿Qué?)	Técnicas/Instrumentos (¿Cómo?)	Resultados (¿Para qué?)
P (Planear)	Diseño de un plan de acción que permita identificar las posibles causas del bajo nivel de microíndex.	*5 Por qué. *Técnica 5W y 1H.	Detalles del ¿qué?, ¿cómo?, ¿quién?, ¿cuándo? Y cómo se verificarán los resultados de la actividad que se va a ejecutar.

Elaborado por: Nuñez y Torrealba, (2012).

**Tabla 2.** Segunda Fase: Hacer

Paso del ciclo	Actividad (¿Qué?)	Técnicas/Instrumentos (¿Cómo?)	Resultados (¿Para qué?)
H (Hacer)	Ejecución del plan de acción propuesto en la fase I.	*Reuniones diarias de productividad. *Reuniones con el personal del área. *Reuniones de microbiología. *Solicitud de servicio.	*Lineamientos para la ejecución de actividades. *Re-entrenamiento del personal relacionado con las anomalías encontradas en las fases anteriores y previstas en el plan de acción.

Elaborado por: Nuñez y Torrealba, (2012).

**Tabla 3.** Tercera Fase: Verificar

Paso del ciclo	Actividad (¿Qué?)	Técnicas/Instrumentos (¿Cómo?)	Resultados (¿Para qué?)
V (Verificar)	Verificar el alcance de los objetivos propuestos mediante la ejecución de las actividades previstas en el plan de acción.	*Observación directa *Chequeo diario de actividades propuestas en el plan de acción. *Observación del grafico de microíndex. *Reuniones diarias de productividad.	*Evaluación del impacto de la estrategia planteada en la evolución del microíndex de la compañía.

Elaborado por: Nuñez y Torrealba, (2012).

**Tabla 4.** Cuarta Fase: Actuar

Paso del ciclo	Actividad (¿Qué?)	Técnicas/Instrumentos (¿Cómo?)	Resultados (¿Para qué?)
A (Actuar)	Corregir planes de mejora	*Reuniones semanales de microbiología. *Tormenta de ideas.	Corregir las acciones del plan de mejora que no conduzcan a los resultados esperados.
	Estandarización del proceso.	*Charlas de concientización a técnicos y operarios. *Reuniones con el Gerente de Procesos, supervisores por departamento y la asepsista de la planta.	Consolidación de un plan estratégico para mejorar el índice microbiológico en el área de procesos.

Elaborado por: Nuñez y Torrealba, (2012).

**Etapa III:** En esta fase se implementaron acciones preventivas y correctivas que permitieron diseñar un plan de acción tomando en cuenta los resultados obtenidos en la etapa II. En éste se indica ¿Qué se va a hacer?, ¿Cómo se va a hacer? Y el responsable de llevar a cabo la corrección.

## **Unidad de estudio.**

La compañía Brahma Venezuela S.A, ubicada en la Zona Industrial II, Barquisimeto, Edo. Lara, es una empresa que pertenece a la multinacional Ambev, compañía de origen brasilero que hoy día luego de la fusión con la cervecera de origen Belga Interbrew a nivel mundial y con cervecería regional en nuestro país forma el envasador de cerveza con mayor experiencia en el mundo, con presencia en 140 países y más de 200 marcas.

La planta Brahma Barquisimeto está conformada a nivel organizacional por nueve (9) gerencias, entre las que se encuentra la gerencia de Procesos. El área donde se llevará a cabo la elaboración del presente proyecto es Procesos, constituida por tres (3) departamentos: Cocimiento, Fermentación- Maduración y filtración, esta área tiene como objetivo principal llevar a cabo el proceso de elaboración de cerveza hasta los tanques de gobierno con los parámetros de calidad establecidos por la empresa.

## **Población y Muestra**

**Población:** Definida por Fidias (1999), “como un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio”. Para efectos de esta investigación la población es finita ya que se conoce la cantidad de hectolitros que integran la población.

**Muestra:** “La muestra se define como un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” tal como lo afirma Fidias (ob.cit).

Dadas las características de los objetivos planteados y de la metodología a emplearse, se toma una muestra representativa para lo que se presentan dos (2) escenarios para la población:

El primer escenario, es cuando la empresa de acuerdo a las exigencias de demanda del cliente produce 7 cocimientos que llenan un fermentador grande, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 5.** Primer escenario de Población y Muestra

Tanque	Capacidad	Población (producción)	Muestra
Fermentador	9085 hl	8100 hl	50 ml

Elaborado por: Nuñez y Torrealba, (2012).

El segundo escenario se muestra a continuación y es cuando la empresa necesita producir un volumen menor para satisfacer el mercado y llenan un fermentador pequeño con tres (3) cocimientos, que luego de cumplir su tiempo en el fermentador se envía al madurador, en donde permanecerá el mosto hasta que se necesite filtrar.

**Tabla 6:** Segundo escenario de Población y Muestra

Tanque	Capacidad	Población (producción)	Muestra
<b>Fermentador pequeño o Pre-Fermentador</b>	3109 hl	2500 hl	50 ml

Elaborado por: Nuñez y Torrealba, (2012).

### **Técnicas e instrumentos de Recolección de datos**

Observación directa: Puente (2006), señala que esta es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para el posterior análisis. La observación es un elemento fundamental en todo proceso investigativo, en ella se apoya el investigador para obtener la mayor parte de los datos.

Por otra parte Hurtado (2000), señala que la observación directa constituye un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos. Esta técnica permitirá observar, detallar y familiarizarse con cada una de las actividades de rutina que se realizan en el área

industrial de Brahma de Venezuela, que podrían ocasionar un impacto en las etapas del proceso productivo de la cerveza.

Sistema Corporativo: Se utilizara principalmente el siguiente sistema usado en Brahma Venezuela:

Manufacturing Execution System (MES): Utilizado para el control de las variables de los procesos relacionados con productividad y calidad.

Entrevista no estructurada: Según Bravo (2005), la entrevista no estructurada es la técnica más significativa y productiva que se dispone para recabar datos. En otras palabras, la misma es un intercambio de información que se efectúa cara a cara; es un canal de comunicación entre el analista y el personal de la organización, sirve para obtener información acerca de las necesidades y la manera de satisfacerlas.

Esta técnica consiste en realizar preguntas de acuerdo a las respuestas que vayan surgiendo durante la entrevista, con la finalidad de obtener datos. Este tipo de entrevista informal constituye una técnica indispensable, debido a que permite la obtención de información de forma rápida.

Así mismo, permitió conocer diferentes puntos de vista que posee el personal incluido en la unidad de estudio, en el sentido de profundizar en detalles todo lo relacionado con el proceso productivo de la cerveza y con los problemas microbiológicos que se presentan en el área, así como sus posibles soluciones.

Tormenta de ideas: Según Senai (2000), es una técnica aplicada a los empleados de la organización para identificar las causas de los problemas y sus posibles soluciones. Esta técnica constituye una herramienta muy productiva para la investigación, debido a que permite recolectar el máximo de ideas y opiniones sobre las necesidades de cada una de las etapas del proceso; con esta técnica se considera más la cantidad de ideas que la calidad de las mismas.

Diagrama de Flujo: Según Burgos (2006), el Diagrama de Flujo del Proceso es la representación grafica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso y comprende la información considerada necesaria para el análisis como lo son:

tiempos, cantidades y distancias recorridas. La simbología y definición de cada una de las actividades se reflejan en gráfico 1.

Lista de Chequeo: Según Rubio (2005), lo define como “El método que permite comprobar el cumplimiento de las reglas y normas en aspectos de seguridad en las instalaciones, procesos y equipos de la empresa”.

### **Técnicas de Procesamiento y análisis de la información**

Diagrama Causa – Efecto: Según Senai (ob.cit) es una herramienta utilizada para identificar las causas y sub-causas que producen un determinado efecto (problema). El mismo será utilizado para definir el sistema de indicadores de proceso y de resultados.

Tablas de Priorización: Para Aguiar (ob.cit.), esta herramienta tiene como objetivo identificar las situaciones de interés y priorizar situaciones específicas en relación a las características de interés o que afectan más el proceso.

5 Por Qué: Según Aguiar (ob.cit.), consiste en desdoblar hasta la causa raíz de un problema mediante la pregunta “por qué?” en cada nivel de desdoblamiento.

Modelo 5W y 1H: Según Senai (ob.cit), es una herramienta que se utiliza para planear la implantación de una solución, que se elabora en respuesta de las siguientes interrogantes: Qué, Cómo, Cuándo, Por qué, Quién, Dónde, Cuántos.

### **Validez y Confiabilidad**

Los instrumentos utilizados para la recolección y procesamiento de información ya están estandarizados por los autores referidos en la referencia bibliográfica, tales como Falconi (1994), Burgos (2006), entre otros.

La lista de chequeo se realizó en base a un formato previamente establecido por la empresa y validado por la gerencia de Procesos y Calidad de la compañía Brahma Venezuela, S.A.

## **Análisis e Interpretación de Resultados**

En este apartado se definen las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis, síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos que sean recogidos en el trabajo de investigación, en función de esto Tamayo y Tamayo (1987), lo define como el registro de los datos obtenidos por los instrumentos empleados, mediante una técnica analítica en la cual se comprueba la hipótesis y se obtienen las conclusiones...Por lo tanto se trata de especificar el tratamiento que se dará a los datos, ver si se pueden clasificar, codificar y establecer categorías precisas con ellos.

El análisis e interpretación de los resultados de la Primera Etapa será a través de un diagrama causa y efecto o diagrama de Ishikawa que permitirá organizar las ideas generadas en la observación directa y la entrevista no estructurada, estas ideas fueron organizadas en una tabla de priorización de acuerdo a su nivel de influencia en el problema principal (efecto). Posteriormente en la Segunda Etapa se desdoblaron las causas del problema analizando los resultados mediante la herramienta de los 5 Por qué, que nos ayudó a saber donde se originaban las fallas, la información obtenida fue el sustento para generar el plan de acción.

Cabe recalcar que la información recolectada de la lista de chequeo se procesó y analizó a través de gráficos porcentuales y el diagrama de flujo de la empresa nos sirvió para encontrar los puntos muertos del área de procesos.



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **Etapa I: Diagnóstico Situacional**

Esta etapa sirvió de base para conocer el proceso de elaboración de cerveza, empleando herramientas que permitieron conocer en detalle sus etapas y la manera en que el personal lleva a cabo su trabajo diariamente, asimismo permitió realizar un seguimiento del producto en el área de interés, facilitando así la identificación de los factores tanto internos como externos que puedan influir en la calidad microbiológica del producto, con la finalidad de recolectar los datos y la información pertinente para la elaboración de este proyecto.

A continuación se presenta la utilización de técnicas y herramientas por departamento en el área de procesos.

#### **Departamento de cocimiento:**

##### **Observación directa:**

Con la aplicación de esta técnica de trabajo se logró iniciar el diagnóstico general del área y se identificaron las siguientes inconformidades

El área se encuentra parcialmente expuesta al ambiente:

- En la parte izquierda sentido este-oeste, hay una parte del ventanal que no posee vidrio ni portón.
- En el área donde se encuentra el intercambiador de calor hay una ventanilla en la parte superior que se comunica con el cuarto de insumo. Cabe recalcar que el producto sale a una temperatura inferior a los 10 °C lo que hace que el mismo sea más vulnerable a las contaminaciones microbianas.

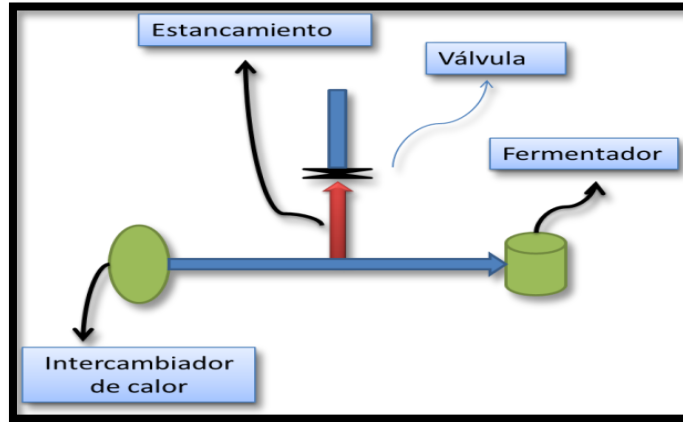
- El marco que comunica el área panel de control-Intercambiador de calor, al igual que el que comunica panel de control- oficina de cocimiento no tiene puerta ni cortina plástica plegable.
- El espacio que comunica el departamento de cocimiento con el área de entrada a los silos no tiene puerta u otro elemento que evite el ingreso de animales. Es necesario saber que roedores y aves rodean esta área y no se les haría difícil el ingreso al departamento de cocimiento.
- La rutina de limpieza en el espacio físico en general es deficiente, debido a que se observó tanto en el cuarto de insumos como en el panel de control suciedad, restos de insumos en los pisos y filtración de agua, creando así un ambiente poco higiénico.
- El cuarto de insumos generalmente mantiene el portón por donde el montacargas ingresa los insumos abierto, por otra parte se visualizan restos de los mismos en el piso y paredes, generando con esta situación que el grifo toma muestra ubicado a la salida del intercambiador de calor tenga un ambiente poco propicio para la toma de muestra.
- La barra de medición de nivel de las pailas de cocción no es la adecuada, ya que es de madera. Por otra parte, cada vez que se utiliza no se limpia, debido a su gran tamaño y período de uso.
- Falta supervisión al momento de tomar la muestra microbiológica.

### **Diagrama de flujo:**

Empleando esta herramienta se logró hacer un seguimiento de todos los equipos y tuberías por donde circula el producto y se pudo observar las siguientes anomalías:

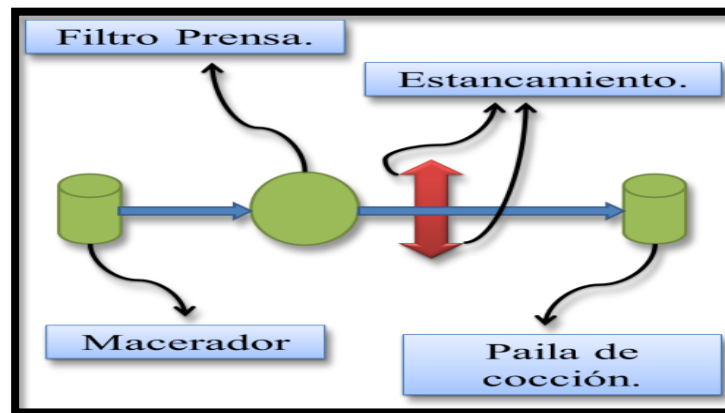
- El tramo de tubería que se encuentra cercano a la salida del intercambiador de calor presenta un punto muerto en la antigua conexión donde circulaba la malta, dando como consecuencia que al momento de realizar el CIP no recirculen las soluciones de limpieza en ese tramo de tubería, lo que genera

un posible foco de infección. Esta anomalía se puede observar mejor en el gráfico 4.



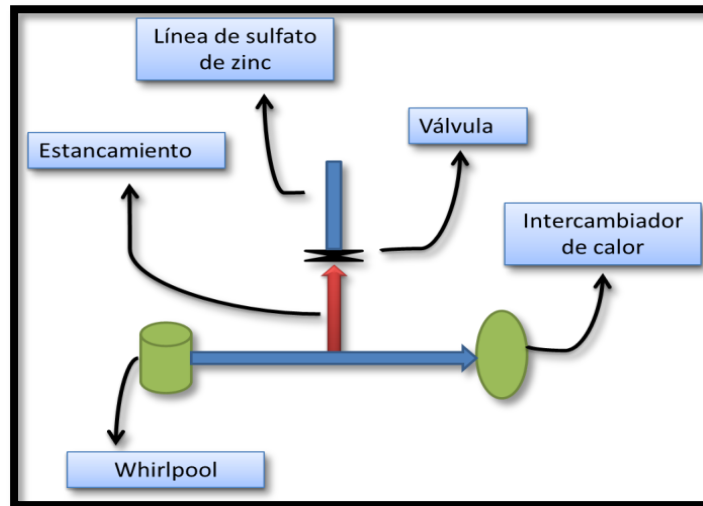
**Gráfico 4.** Punto de estancamiento de flujo en la antigua conexión Línea de Malta. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

- La tubería que va del filtro prensa hacia las pailas de cocción presenta dos estancamientos, uno hacia un antiguo proyecto de recuperación de extracto y el otro que se dirige a la válvula de la solución alcalina que se utiliza para limpiar el filtro prensa (Ver Gráfico 5).



**Gráfico 5.** Punto de estancamiento de flujo en el tramo Filtro- Pailas de Cocción. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

- Se presenta un posible punto muerto en la antigua línea de dosificación de sulfato de zinc, ya que la misma no fue eliminada y podría generar estancamiento de producto y soluciones de limpieza. Esta anomalía se puede observar en el gráfico 6.



**Gráfico 6.** Punto Muerto Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

**Entrevista no estructurada:**

Para la aplicación de esta técnica se formularon preguntas espontáneas realizadas de forma verbal por los autores a las personas relacionadas con el proceso y la calidad del producto, denominados entrevistados, sobre diversos temas de interés, como por ejemplo, cómo realizar diariamente el trabajo, principales problemas que afectan la calidad de la cerveza, condiciones en las que se encuentran los equipos, necesidades del área e ideas que se deban poner en práctica para la solución del problema presentado en el área de estudio. De acuerdo a las opiniones manifestadas por el personal del área, se pudo deducir que una de las causas influyentes en la contaminación microbiológica es:

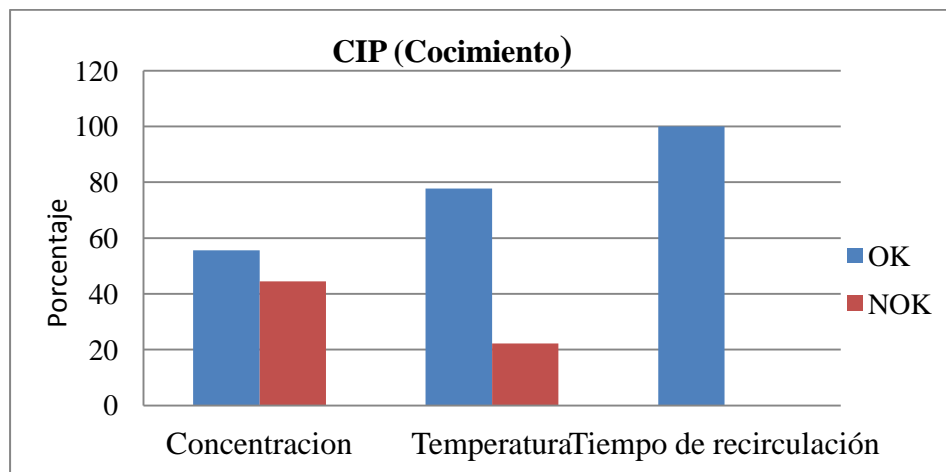
- Los grifos toma muestra se encuentran en mal estado, ya que algunos presentan fugas y no existen grifos esterilizados de repuesto para solventar la situación.

**Lista de Chequeo:**

Este estudio se utilizó para documentar una serie de observaciones que complementan la información arrojada por las herramientas anteriores. Con esta técnica se buscó recopilar la información contenida en el Patrón Técnico de Limpieza y Desinfección del Área de procesos, con el fin de diseñar un esquema más organizado que permita al personal del área llevar un control más simple cada vez que realicen CIP.

Cabe resaltar que la información contenida en estos esquemas es netamente confidencial de la empresa, ya que se realizó de acuerdo a documentos internos de la planta, es por ello que se efectuó un análisis de los resultados obtenidos en la lista de chequeo y se muestra de acuerdo a un gráfico porcentual.

Se realizaron nueve (9) seguimientos en los diferentes equipos de cocimiento con la finalidad de obtener la mayor información en cuanto al cumplimiento del procedimiento de limpieza que se realiza para obtener una buena asepsia. Los resultados obtenidos, se muestran a continuación:

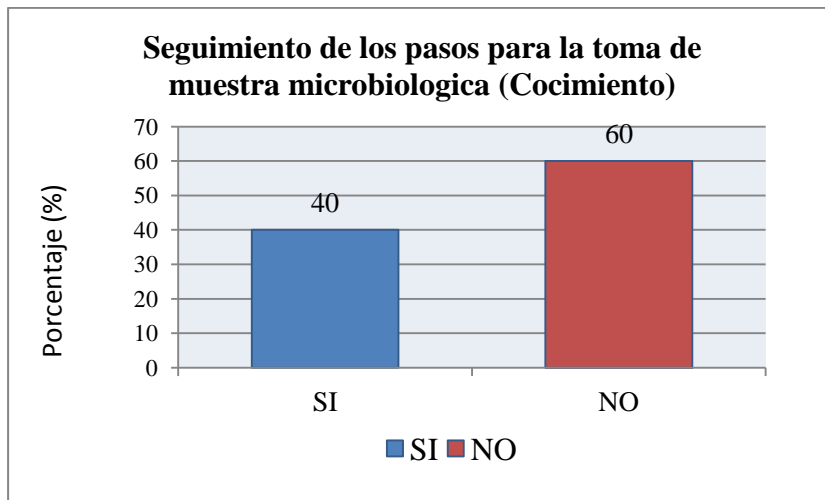


**Grafico 7.** Resultados porcentuales del seguimiento en cuanto a parámetros del CIP en el departamento de Cocimiento. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

En el gráfico 7 se puede observar que el 44,44% de las veces no se cumple con el parámetro de concentración a la hora de realizar CIP en el departamento, ya que no cuenta con un sistema de dosificación de soluciones automatizado al momento de agregar las soluciones de limpieza, por lo que los empleados se ven en la obligación de aditivar y diluir; donde se aplica el ensayo y error hasta llegar a la concentración idónea, en consecuencia se pierde tiempo y soluciones de limpieza. Por otra parte, según las muestras tomadas, el parámetro de temperatura generalmente se cumple, el 22,22% de falla de la temperatura en las muestras recolectadas se debe a que se cae la presión de vapor en las calderas, debido a la gran demanda de vapor en otras áreas de la planta. Asimismo se tiene que el tiempo de recirculación de las soluciones se cumple a cabalidad.

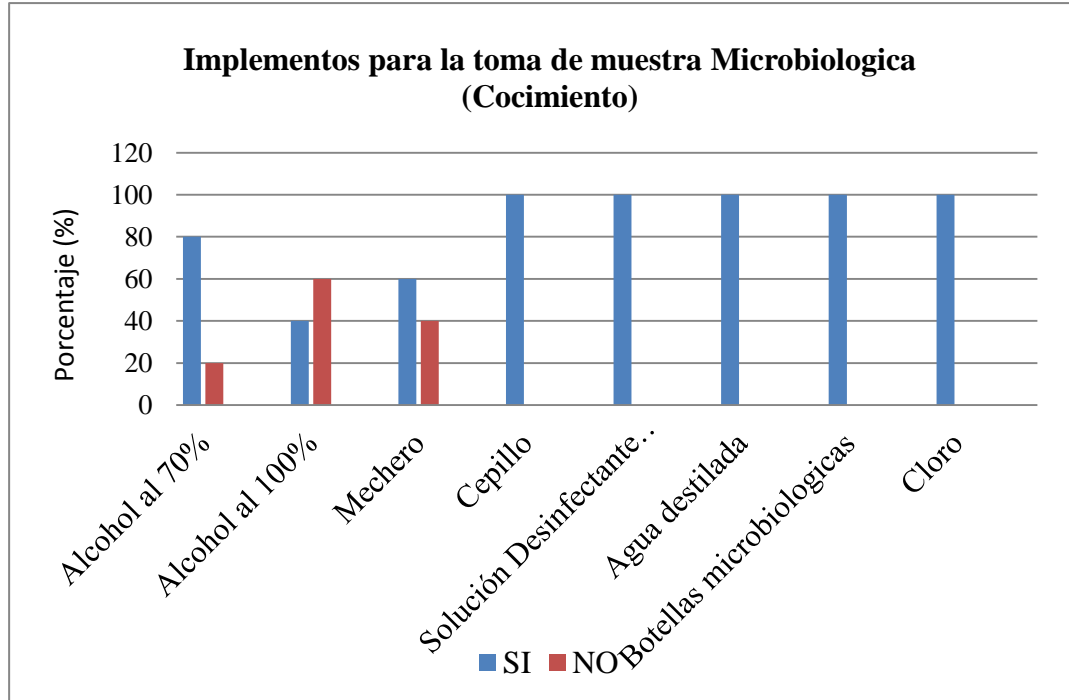
La lista de chequeo también fue utilizada para realizar un seguimiento, observando al personal del departamento al momento de tomar la muestra microbiológica para conocer si los empleados siguen rigurosamente los pasos necesarios para la correcta toma de muestra y si cumplen con los implementos requeridos.

Para el análisis de la información obtenida en la lista de chequeo, se procedió a realizar un gráfico porcentual, el cual muestra los resultados obtenidos de acuerdo a cinco (5) seguimientos en el departamento de cocimiento.



**Gráfico 8.** Resultados porcentuales del cumplimiento de los pasos para la correcta toma de muestra microbiológica en el departamento de Cocimiento. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

Los resultados expresados en el gráfico 8, generan un 60% de no conformidad en cuanto al cumplimiento de los pasos pertinentes para la correcta toma de muestra microbiológica, esto se debe a que el departamento no cuenta con los implementos necesarios como se puede observar en el gráfico 9.



**Gráfico 9.** Resultados porcentuales de los implementos necesarios para la toma de muestra microbiológica en el departamento de Cocimiento. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

En el gráfico 9, referido a los Implementos de limpieza, se observa con un valor del 60% de las veces la constante ausencia de alcohol a una concentración del 100 por ciento (100%) en el departamento, lo que resulta bastante perjudicial ya que el alcohol a esta concentración junto con la llama del mechero esteriliza la superficie del grifo microbiológico y sus alrededores, por otra parte se tiene que el mechero utilizado se encuentra en mal estado, ya que el 40% de las veces se apaga cuando se está tomando la muestra microbiológica, esto puede ocasionar una muestra contaminada. Aunque la ausencia del alcohol al 70 por ciento (70%) constituye sólo un 20% de las muestras observadas, es necesario recalcar que este es el único implemento que garantiza la esterilización de las manos de la persona encargada de muestrear, por lo que se hace estrictamente necesario que esté presente al momento de tomar una muestra microbiológica.



### Tormenta de ideas:

Esta técnica permitió plasmar la importancia de las anomalías encontradas con la aplicación de herramientas anteriores. La selección de las anomalías que podrían afectar en mayor proporción la calidad microbiológica del producto se realizó en una reunión con los tutores empresariales y el supervisor del departamento donde se realizó un cuadro identificando las posibles causas de éstas, según el método de las 6M lo cual dió como resultado lo siguiente:

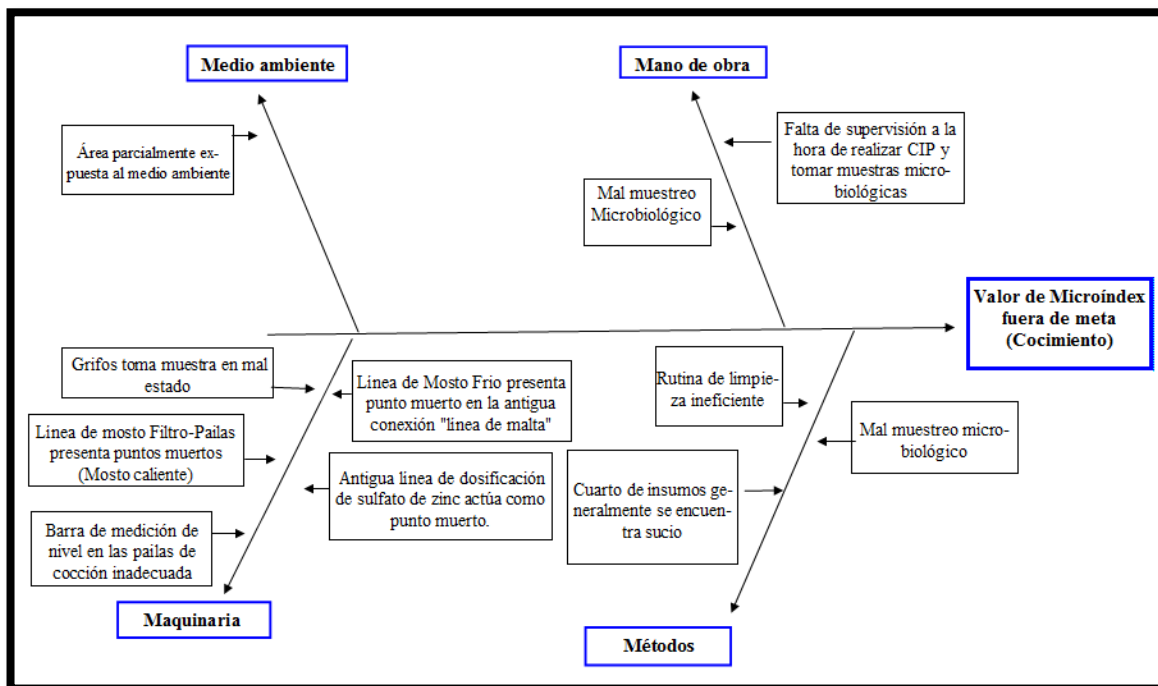
**Tabla 7.** Causas de las anomalías usando el método de las 6M para el departamento de Cocimiento.

Principal	Secundarias
<b>Métodos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rutina de limpieza ineficiente.</li><li>• Cuarto de insumos generalmente se encuentra sucio.</li><li>• Mal muestreo microbiológico.</li></ul>
<b>Medio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área parcialmente expuesta al medio ambiente.</li></ul>
<b>Maquinaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc como posible punto muerto.</li><li>• Barra de medición de nivel en las pailas de cocción inadecuada</li><li>• Línea de Mosto Frío presenta punto muerto en la antigua conexión "línea de malta"</li><li>• Línea de mosto Filtro-Pailas presenta puntos muertos (Mosto caliente)</li><li>• Grifos toma muestra en mal estado.</li></ul>
<b>Mano de obra</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mal muestreo Microbiológico.</li><li>• Falta de supervisión al momento de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas.</li></ul>

### Diagrama causa-Efecto:

Para la aplicación de esta técnica se realizaron reuniones con el Gerente de Procesos, supervisor del departamento, técnicos y operarios del área de estudio y por supuesto con la asepsista de la planta ya que es la persona con más experiencia en lo

que se refiere a higienización en la compañía. A continuación se presenta el diagrama Causa y Efecto: (Ver Gráfico 10).



**Gráfico 10.** Diagrama Causa y Efecto para el departamento de Cocimiento. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

**Tabla de priorización:**

La aplicación de esta herramienta se llevó a cabo coordinando una reunión con el Supervisor de Cocimiento y con la Asepsista de la Planta, para que, de acuerdo a las necesidades de la empresa se establecieran una serie de parámetros, en base a los cuales se realizará la ponderación de cada una de las causas establecidas en el diagrama causa y efecto.

La priorización de las causas de acuerdo a las consideraciones antes mencionadas, se puede visualizar en la tabla 8.

**Tabla 8.** Tabla de Priorización del departamento Cocimiento

<b>Causa Influyente</b>	<b>Tendencia</b>	<b>Rapidez</b>	<b>Autonomía</b>	<b>Impacto</b>	<b>Inversión</b>	<b>Total</b>	<b>Prioridad</b>
<b>Área parcialmente expuesta al medio ambiente</b>	3	5	5	3	5	21	1
<b>Grifos toma muestra en mal estado</b>	5	1	5	5	3	19	2
<b>Línea de Mosto Frío presenta punto muerto en la antigua conexión "línea de malta"</b>	5	1	5	5	0	16	3
<b>Línea de mosto Filtro-Pailas presenta puntos muertos (Mosto caliente)</b>	5	1	5	3	0	14	4
<b>Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc actúa como punto muerto.</b>	5	1	5	3	0	14	5
<b>Mal muestreo microbiológico</b>	3	0	5	5	0	13	6
<b>Rutina de limpieza ineficiente</b>	3	0	3	5	0	11	7
<b>Falta de supervisión en las asepsias y tomas de muestras microbiológicas</b>	3	0	3	3	1	10	8
<b>Cuarto de Insumos lleno de suciedad</b>	3	0	3	3	0	9	9
<b>Barra de medir nivel en las pailas de cocción inadecuada.</b>	3	0	3	1	0	7	10

Las consideraciones tomadas en esta área se estructuraron de la siguiente manera:

**Tabla 9:** Leyenda de consideraciones tomadas en cuenta para la Tabla de Priorización.

Leyenda	Tendencia	Rapidez	Autonomía	Impacto	Inversión
<b>5</b>	Mejorar	8 semanas	Planta	Fuerte	Planta+ Regional
<b>3</b>	Mantener	4 semanas	Área	Medio	Planta
<b>1</b>	Empeorar	2 semanas		Débil	Área
<b>0</b>	Comprometer	Rutinario		Ninguno	Ninguna

### **Departamento de Fermentación-Maduración.**

#### **Observación directa:**

Con la aplicación de esta técnica de trabajo se logró iniciar el diagnóstico general del área y se identificaron los siguientes factores que podrían afectar la calidad microbiológica del producto:

- Deterioro del área en general:
  - Los pisos no son epóxicos y presentan agrietamientos.
  - Las paredes no poseen una curva sanitaria.
  - La placa donde están colocados los fermentadores presentan filtraciones.
- Área totalmente expuesta al medio ambiente:
  - La sala de tinas de levadura está parcialmente descubierta.
  - El área en general se encuentra descubierta en los laterales, expuesta al medio ambiente, a ráfagas de viento, lluvias y suciedad en el piso de las aguas sucias proveniente de la calle adyacente.
- Reparaciones temporales.
  - Algunos accesorios poseen reparaciones con cinta adhesiva.

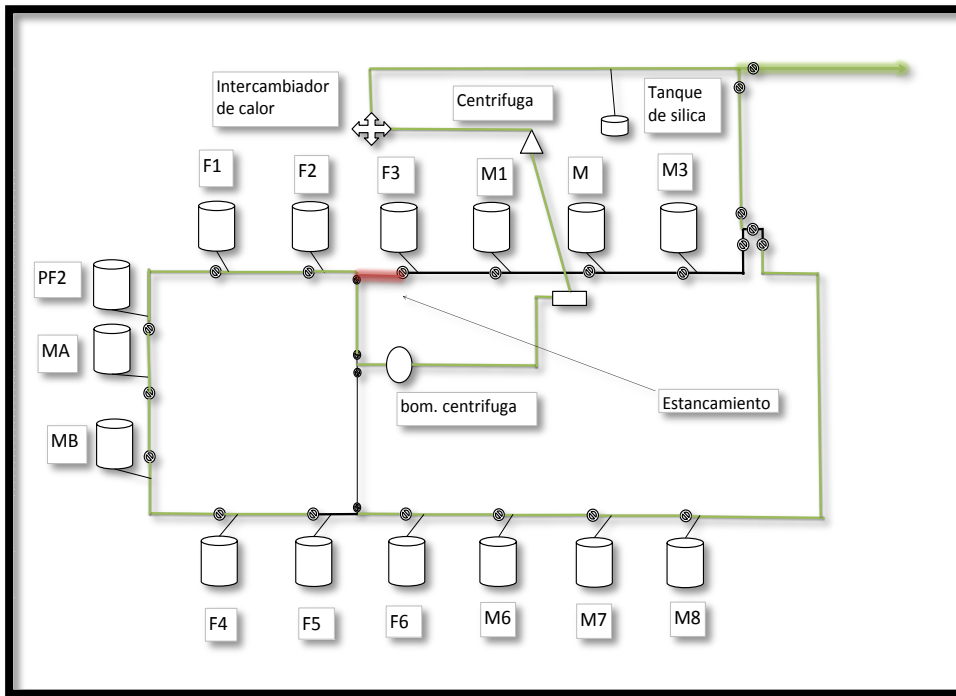
### Diagrama de flujo:

Con esta herramienta se logró hacer un seguimiento de todos los equipos y tuberías por donde circula el producto y se pudieron observar las siguientes anomalías:

Puntos muertos al momento de enviar la cerveza a la centrifuga.

Trasiego PF2, F1 y F2:

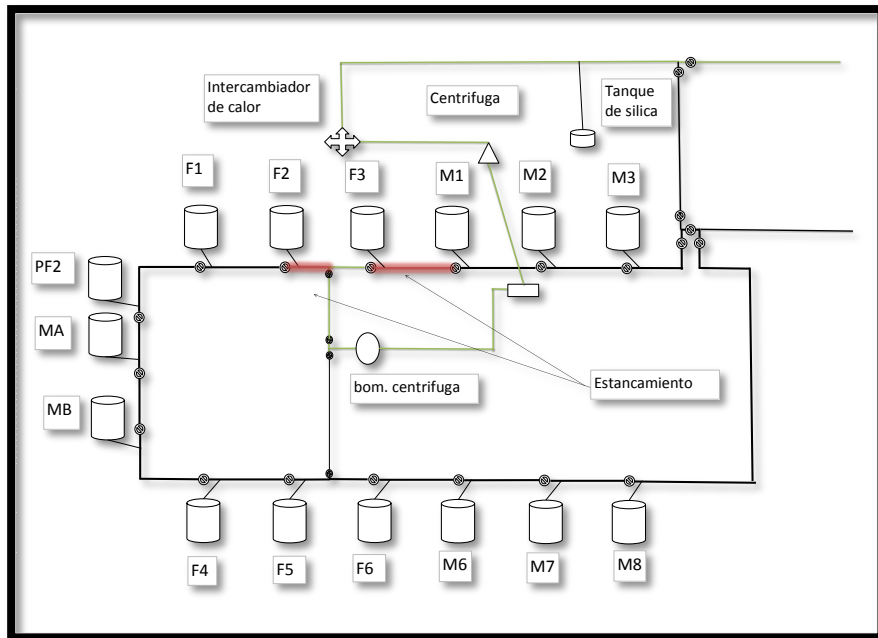
- El mosto y las soluciones de limpieza quedan acumulados en un tramo de tubería de 7.4 metros dirigidos hacia el F3, tal como se muestra en el gráfico 11.



**Gráfico 11.** Punto Muerto Trasiego PF2, F1, F2. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

Trasiego F3:

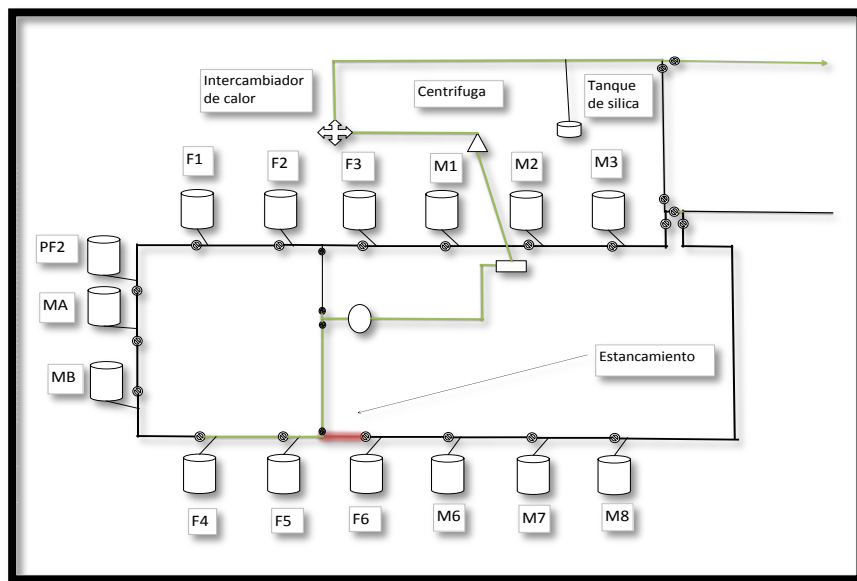
- El doble estancamiento que se presenta en el Fermentador 3 se da en:
- La línea de trasiego que va hacia el F1, F2, PF2 de 2.55 metros.
- El tramo de tubería que queda del F3 al madurador 1 de 11.4 metros. Se muestra la problemática en el gráfico 12.



**Gráfico 12.** Punto Muerto Trasiego F3. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

Trasiego F4 y F5:

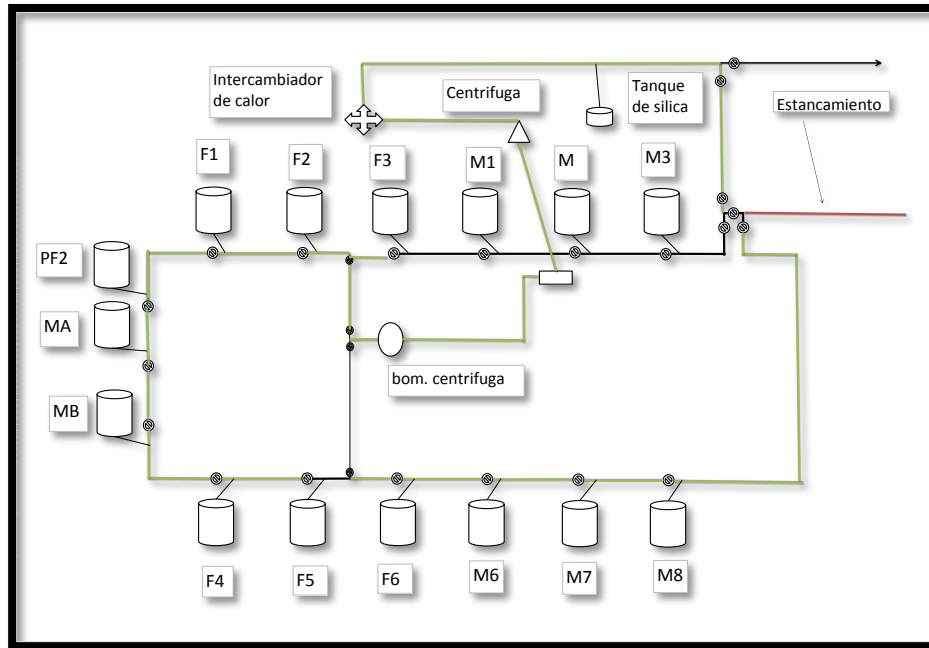
- Cuando se va a realizar el trasiego del fermentador 4 ó 5 el mosto queda estancado en un tramo de tubería de 7.4 metros, lo mismo ocurre con las soluciones de limpieza. Se muestra la problemática en el gráfico 13.



**Gráfico 13.** Punto Muerto Trasiego F4 y F5. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

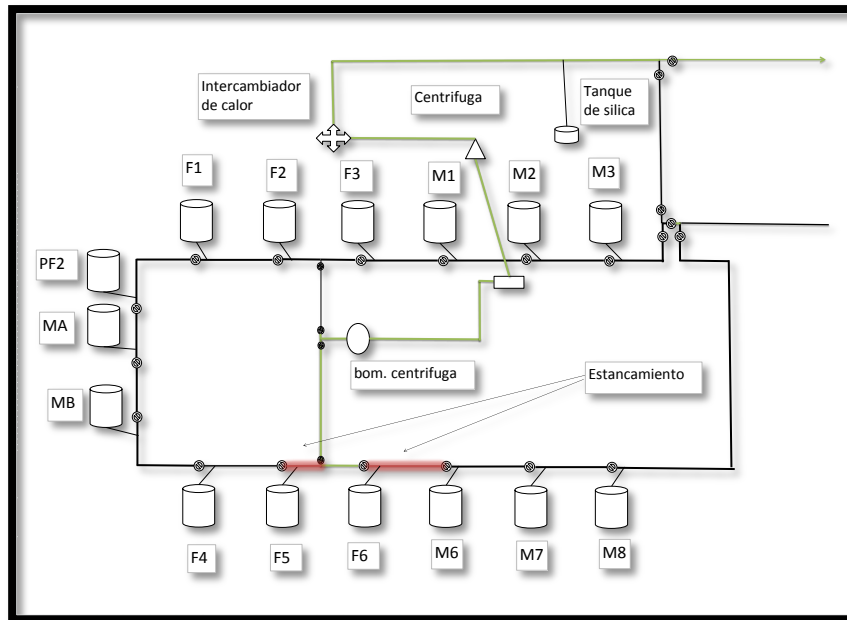
Trasiego F6: El Fermentador 6 presenta estancamiento en los siguientes tramos:

- La línea de trasiego que va hacia el F5, F4 de 5.1 metros.
- El tramo de tubería que queda del F3 al madurador 6 de 11.4 metros. La problemática se puede observar mejor en el gráfico 14.



**Gráfico 14.** Punto Muerto Trasiego F6. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

Estancamiento de la cerveza al momento de trasegar cualquier fermentador hacia el MA, MB, M6, M7, M8 de 15.44 metros. La problemática existente se ilustra en el gráfico 15.



**Gráfico 15.** Punto Muerto Trasiego hacia el MA, MB, M6, M7, M8. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

### Entrevista no estructurada:

Esta técnica es de gran ayuda ya que al realizarle una serie de preguntas al personal del departamento se pudieron identificar factores que pueden influir en el resultado del estudio microbiológico:

- Problemas con el sistema de drenaje: Las tuberías de drenaje tienen un diámetro muy pequeño que no permite realizar su función eficientemente.
- Contaminaciones en dosificación Gel de Sílica: El tanque no tiene un sistema de lavado automático muy eficiente y su grifo no es el adecuado para soluciones arenosas.
- Condiciones inciertas de agua desaireada: La línea de tubería que va hacia fermentación-maduración no posee un grifo microbiológico, aparte no posee una recirculación propia para el CIP.
- Por medio de preguntas informales a la gerencia de Procesos y de Calidad, se llegó a la conclusión de que la mayoría de las asepsias y toma de muestras



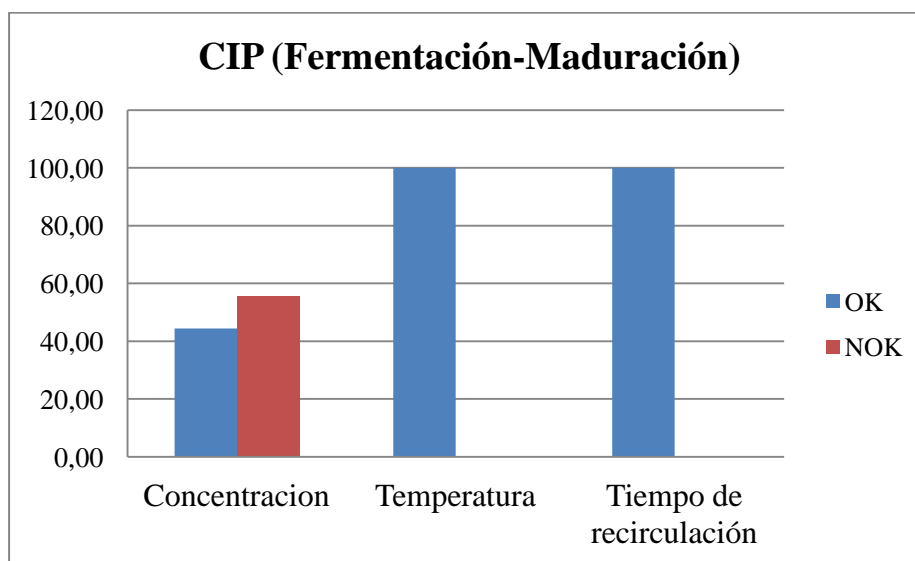
microbiológicas que se realizan en el horario de la tarde y en el turno nocturno, donde no existe la inspección de ningún gerente ni supervisor.

- Realizando reuniones informales con técnicos y operarios se conoció que el área no cuenta con suficientes grifos microbiológicos y los que están se encuentran en mal estado.
- Se realizaron preguntas al personal del departamento sobre la limpieza de las tuberías y del recorrido de soluciones de limpieza, se percató un estancamiento de soluciones de CIP en la tubería de retorno hacia Cocimiento.

### Lista de chequeo:

Este estudio se utilizó para documentar una serie de observaciones que complementan la información arrojadas por las herramientas anteriores.

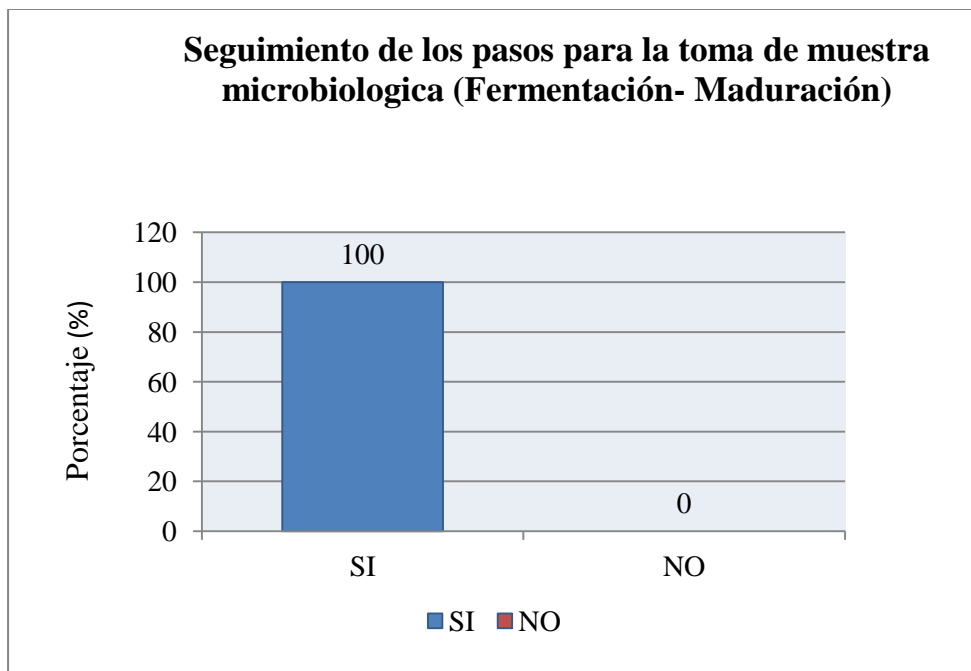
Se realizaron nueve (9) seguimientos en los diferentes equipos Fermentación-Maduración, donde se pudo observar lo siguiente:



**Gráfico 16.** Resultados porcentuales del seguimiento en cuanto a parámetros del CIP en el departamento de Fermentación- Maduración. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

De los resultados obtenidos en el gráfico 16, se puede destacar que el parámetro crítico en el departamento de Fermentación- Maduración es la concentración con un 55,55% de resultados no conformes, al igual que en Cocimiento, se debe que el departamento no cuenta con un sistema de dosificación adecuado para ajustar las concentraciones de las soluciones eficaz y eficientemente. Por lo contrario, el departamento cumple con los parámetros de temperatura y tiempo de recirculación estipulados.

Con respecto a la toma de muestra no se presentaron irregularidades en los 5 chequeos que se realizaron como se puede observar en el gráfico 17.



**Gráfico 17.** Resultados porcentuales del cumplimiento de los pasos para la correcta toma de muestra microbiológica en el departamento de Fermentación- Maduración. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

**Tormenta de ideas:**

Esta técnica permitió plasmar la importancia de las anomalías encontradas con las técnicas anteriores. La selección de las anomalías que podrían afectar la calidad microbiológica del producto se originó en una reunión con los tutores empresariales y

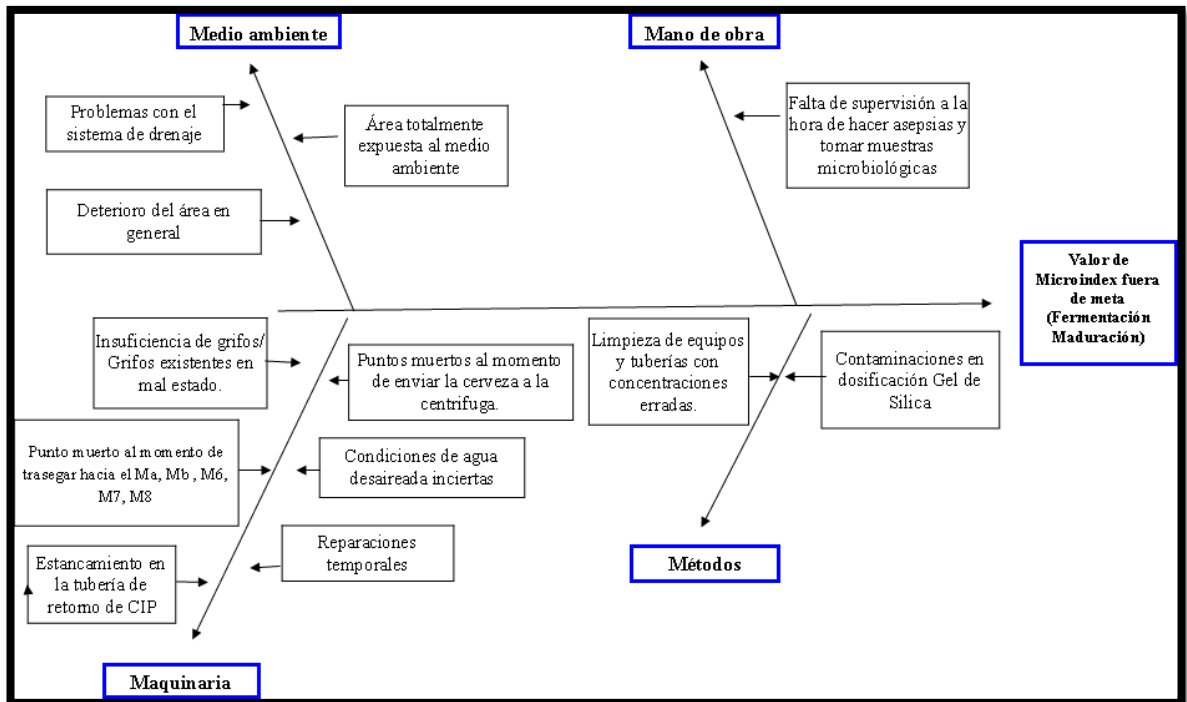
el supervisor del departamento donde se realizó un cuadro identificando la naturaleza del problema según el método de las 6M lo cual dió como resultado la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Causas de las anomalías usando el método de las 6M para el departamento de Fermentación- Maduración.

Principal	Secundarias
<b>Métodos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de equipos y tuberías con concentraciones erradas.</li> <li>• Contaminaciones en dosificación Gel de Sílica</li> </ul>
<b>Medio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro del área en general.</li> <li>• Área totalmente expuesta al medio ambiente</li> <li>• Problemas con el sistema de drenaje</li> </ul>
<b>Maquinaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparaciones temporales.</li> <li>• Condiciones de agua desaireada inciertas.</li> <li>• Puntos muertos al momento de enviar la cerveza a la centrifuga.</li> <li>• Punto muerto al momento de trasegar hacia el Ma, Mb , M1, M2, M3, M6, M7, M8.</li> <li>• Insuficiencia de grifos/ Grifos existentes en mal estado.</li> </ul>
<b>Mano de obra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de supervisión a la hora de realizar el CIP y tomar muestras microbiológicas</li> </ul>

**Diagrama causa-Efecto:**

En la aplicación de esta técnica se llevó a cabo, mediante reuniones con la asepista de la planta ya que es la persona con más experiencia en materia de higienización en la compañía. A continuación se presenta el diagrama de causa y efecto: (Ver Gráfico 18).



**Gráfico 18.** Diagrama Causa y Efecto para el departamento de Fermentación-Maduración. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

**Tabla de priorización:**

La aplicación de esta herramienta se realizó organizando una reunión con la Asepsista de la planta y con el Supervisor del departamento para ponderar los elementos tomados en cuenta.

La priorización de las causas de acuerdo a las consideraciones de tendencia, rapidez, autonomía, impacto e inversión requerida, se puede visualizar en la tabla 11.

**Tabla 11.** Tabla de Priorización del departamento Fermentación- Maduración.

<b>Causa Influyente</b>	<b>Tendencia</b>	<b>Rapidez</b>	<b>Autonomía</b>	<b>Impacto</b>	<b>Inversión</b>	<b>Total</b>	<b>Prioridad</b>
<b>Limpieza de tuberías y equipos con concentraciones erradas</b>	5	5	5	5	5	25	1
<b>Reparaciones temporales.</b>	5	3	3	5	5	21	2
<b>Puntos muertos al momento de enviar la cerveza a la centrifuga.</b>	5	3	3	5	3	19	3
<b>Punto muerto al momento de trasegar hacia el Ma, Mb , M6, M7, M8</b>	5	3	3	5	3	19	4
<b>Falta de supervisión en asepsias y toma de muestras microbiológicas.</b>	5	5	3	5	1	19	5
<b>Insuficiencia de Grifos/ Grifos existentes en mal estado</b>	5	3	3	5	1	17	6
<b>Condiciones inciertas del agua desaireada</b>	5	1	3	5	3	17	7
<b>Contaminaciones en dosificación Gel de Silica</b>	5	1	3	3	1	13	8
<b>Problemas con el sistema de drenaje</b>	3	1	3	3	1	11	9
<b>Deterioro del área en general</b>	5	0	3	3	0	11	10
<b>Área totalmente expuesta al medio ambiente</b>	3	0	3	3	0	9	11
<b>Estancamiento de productos de limpieza en la tubería de retorno de CIP</b>	3	1	3	1	1	9	12

**Tabla 12.** Leyenda de consideraciones tomadas en cuenta para la Tabla de Priorización.

Legenda	Tendencia	Rapidez	Autonomía	Impacto	Inversión
5	Mejorar	rutinario	Área	Fuerte	Ninguna
3	Mantener	4 semanas	Planta	Medio	Área
1	Empeorar	8 semanas		Débil	Planta
0	Comprometer	12 semanas		Ninguno	Planta+ Regional

Una vez realizada la tabla de priorización se puede apreciar que el mayor problema radica en la limpieza de equipos con concentraciones erradas, seguidamente se tiene que las reparaciones realizadas en el área temporalmente, están afectando ya que no se reparan al momento y a veces persiste la causa por mucho tiempo, los puntos muertos en el área también pueden afectar en grandes proporciones la muestra microbiológica, tomando en cuenta que en los mismos se presenta estancamiento del producto, finalmente se tiene que el estancamiento de productos de limpieza en la tubería de retorno hacia filtración puede constituir un factor leve en la contaminación microbiológica, sin embargo es una anomalía existente en el departamento.

### **Departamento de Filtración:**

#### **Observación directa:**

Con la aplicación de esta técnica de trabajo se logró iniciar el diagnóstico general del área y se identificaron los siguientes factores que podrían afectar la calidad microbiológica del producto:

- El área se encuentra parcialmente expuesta al medio ambiente, ya que mantienen el portón del área abierto
- Las alcantarillas generalmente se encuentran tapadas con sedimentos y se encuentran en estado de deterioro.

- El cuarto de dosificación de polvo filtrante al filtro de velas se encuentra en condiciones de deterioro.
- Los sacos de polvo filtrante en diferentes granulometrías se encuentran expuesta a polvo, lluvia, ráfagas de viento y posibles contaminaciones ambientales ya que no se mantiene el cuarto de dosificación de polvo filtrante cerrado.
- Rutina de limpieza ineficiente en el área en general.
- Falta de supervisión al momento de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas.

### **Diagrama de flujo:**

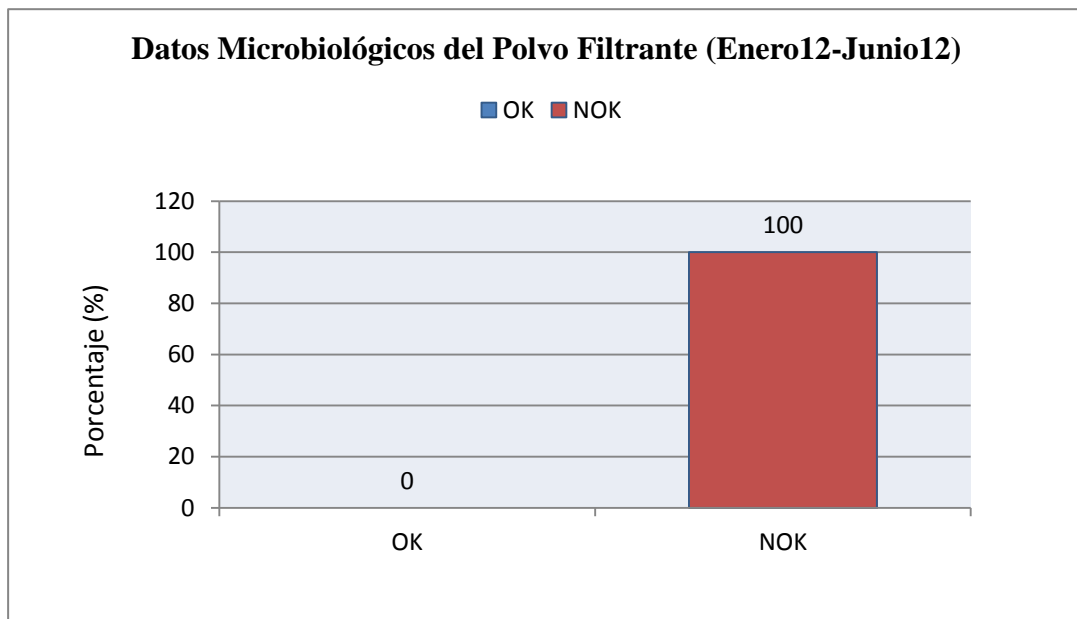
Empleando esta técnica se logró hacer un seguimiento del producto que se traslada por todos los equipos y tuberías del departamento, obteniendo como resultado que Filtración no presenta estancamiento alguno de producto a lo largo de su proceso.

### **Entrevista no estructurada:**

Para la aplicación de esta técnica se formularon preguntas espontáneas realizadas de forma verbal por los autores a las personas relacionadas con el proceso y la calidad del producto sobre diversos temas de interés como por ejemplo, como realizar diariamente el trabajo, principales problemas que afectan la calidad de la cerveza, condiciones en las que se encuentran los equipos, necesidades del área e ideas que se deban poner en práctica para la solución del problema presentado en el área de estudio.

De acuerdo a las opiniones manifestadas por el personal del área, se pudo deducir que uno de las causas que puede influir en la contaminación microbiológica es que los grifos toma muestra se encuentran en mal estado, algunos presentan fugas, otros incrustaciones de producto en la rosca de apertura y no hay stock de grifos esterilizados al momento de que exista la necesidad de reemplazar el grifo actual.

Otro aspecto importante es que el área no cuenta con un grifo adecuado para la toma de muestra microbiológica del polvo filtrante, ya que la boquilla del mismo es muy pequeña y se tapa con la granulometría de éste polvo filtrante, lo que hace que el operador se vea en la obligación de sacar el grifo, destaparlo con un objeto metálico y posteriormente tomar la muestra microbiológica.



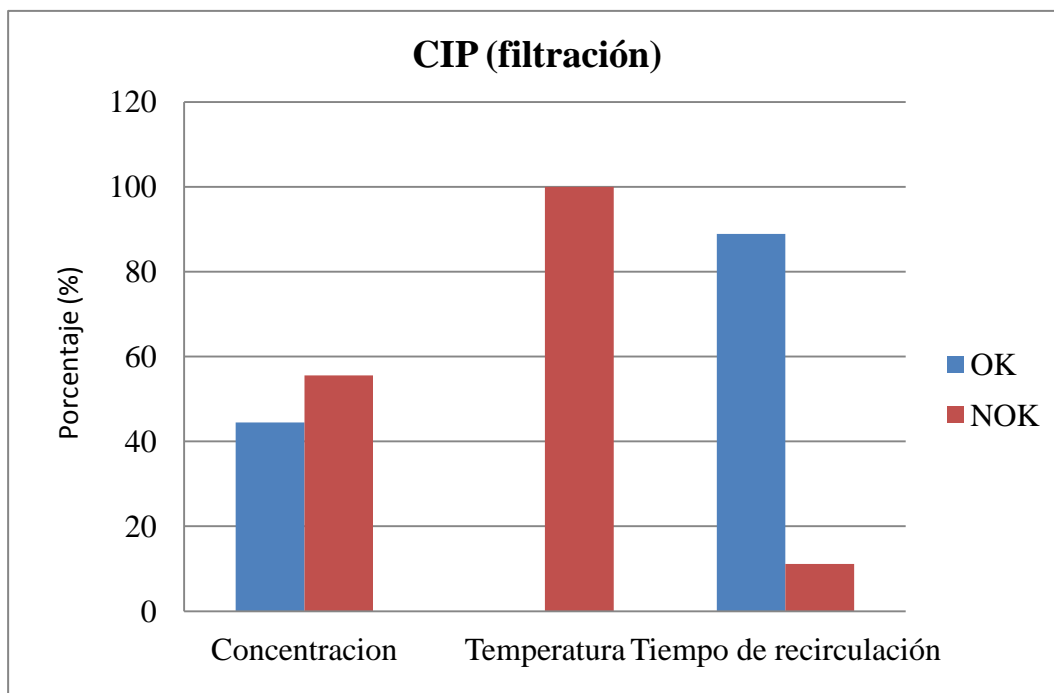
**Gráfico 19.** Resultados microbiológicos del Polvo Filtrante en el período comprendido entre Enero a Junio del 2012. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

Los resultados expresados en el gráfico 19 muestran que en un 100% de las veces el Polvo Filtrante sale contaminado, lo cual indica que los resultados pueden ser afectados por las causas anteriormente expuestas.

#### **Lista de chequeo:**

Para aplicar esta herramienta se realizaron nueve (9) seguimientos en los diferentes equipos de filtración con la finalidad de obtener la mayor información en cuanto al cumplimiento del procedimiento de limpieza que realiza el departamento. Los resultados obtenidos, se muestran a continuación.



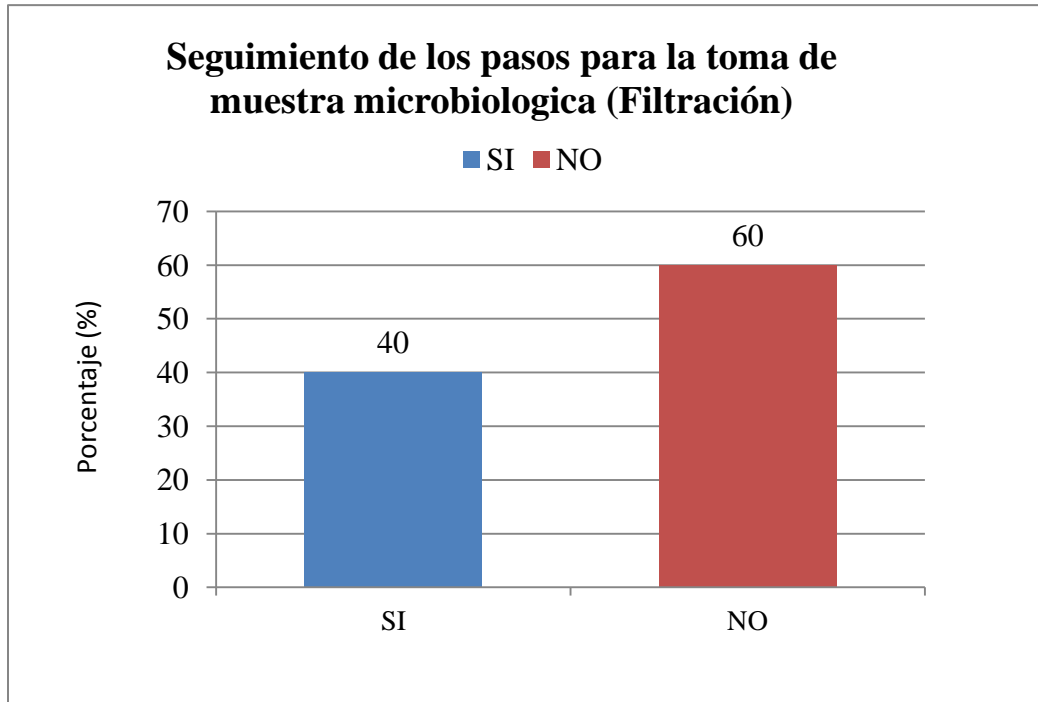


**Gráfico 20.** Resultados porcentuales del seguimiento en cuanto a parámetros del CIP en el departamento de Filtración. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

Como ilustra el gráfico 20, el departamento de filtración se encuentra más afectado, ya que presenta el mismo inconveniente que los dos departamentos descritos anteriormente, no se cuenta con un sistema de dosificación de soluciones automatizado lo cual ocasiona que el 55,56% de las veces el departamento no logre realizar el CIP con la concentración correcta, por otra parte, la temperatura es el parámetro más crítico, debido a que no se cuenta con un sistema de calentamiento para aquellas soluciones que requieran temperatura para acelerar su acción química, el tiempo de recirculación se cumple en la mayoría de las veces, el 11,11 % que no se cumple se debe a un contratiempo de producción.

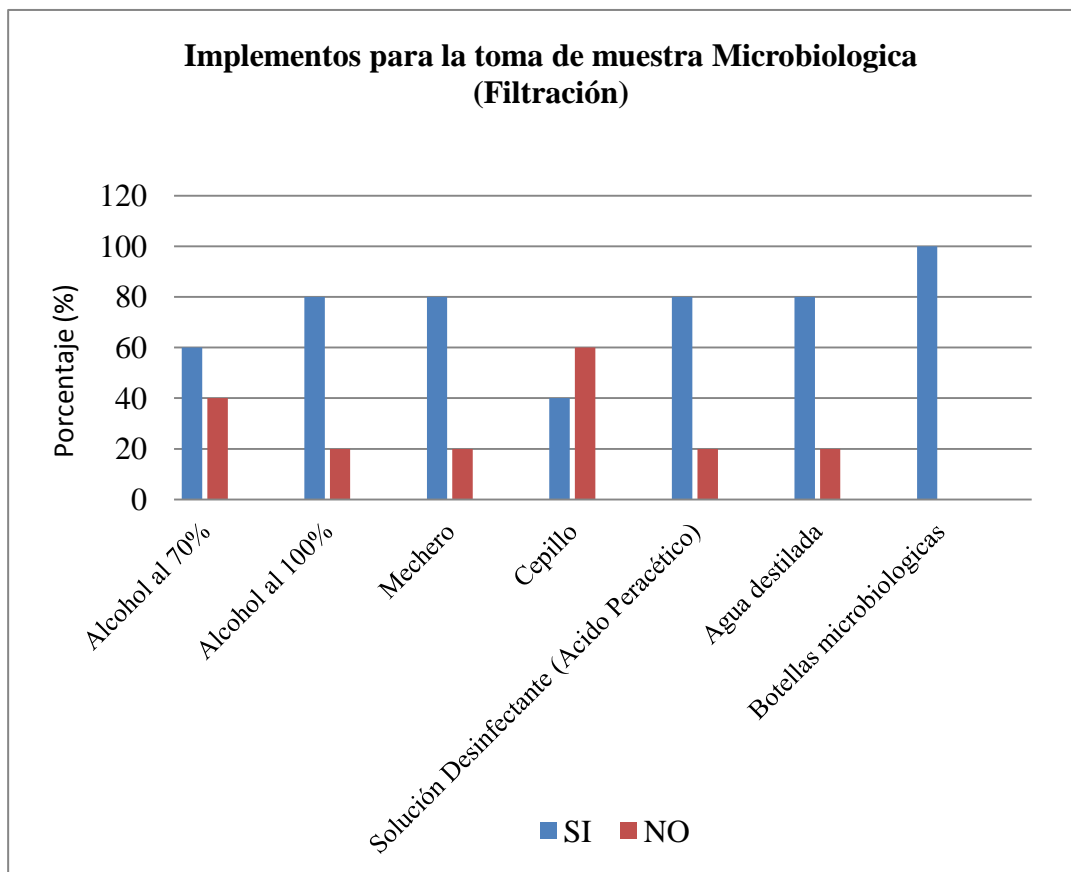
Al igual que en los departamentos anteriores, esta lista de chequeo también fue empleada para realizar un seguimiento, observando el comportamiento de los trabajadores de este departamento al momento de tomar la muestra microbiológica

Para el análisis de esta información, se procedió a construir el gráfico 21, el cual muestra los resultados obtenidos de acuerdo a cinco (5) seguimientos realizados en filtración.



**Gráfico 21.** Resultados porcentuales del cumplimiento de los pasos para la correcta toma de muestra microbiológica en el departamento de Filtración. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

Los resultados observados en el gráfico 21, generan un 60% de no conformidad en cuanto al cumplimiento de los pasos necesarios para la correcta toma de muestra microbiológica, este resultado guarda estrecha relación con que al momento de tomar la muestra microbiológica el personal del departamento no cuenta con los implementos necesarios como se puede observar en el gráfico 22.



**Gráfico 22.** Resultados porcentuales de los implementos necesarios para la toma de muestra microbiológica en el departamento de Cocimiento. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012)

El gráfico 22 expresa que en el departamento de filtración se presenta constantemente inconformidad (60%) en cuanto al cepillo para la limpieza del grifo microbiológico, lo que ocasiona que el grifo no tenga la limpieza adecuada y pueda quedar incrustaciones de producto que inmediatamente contaminaría la muestra a tomar. Aparte se observa por lo menos el 20% de las veces el departamento no cuenta con mechero, alcohol al 100 por ciento (100%), alcohol al 70 por ciento (70%), solución desinfectante y agua destilada, implementos claves para evitar posibles contaminaciones.

### Tormenta de ideas:

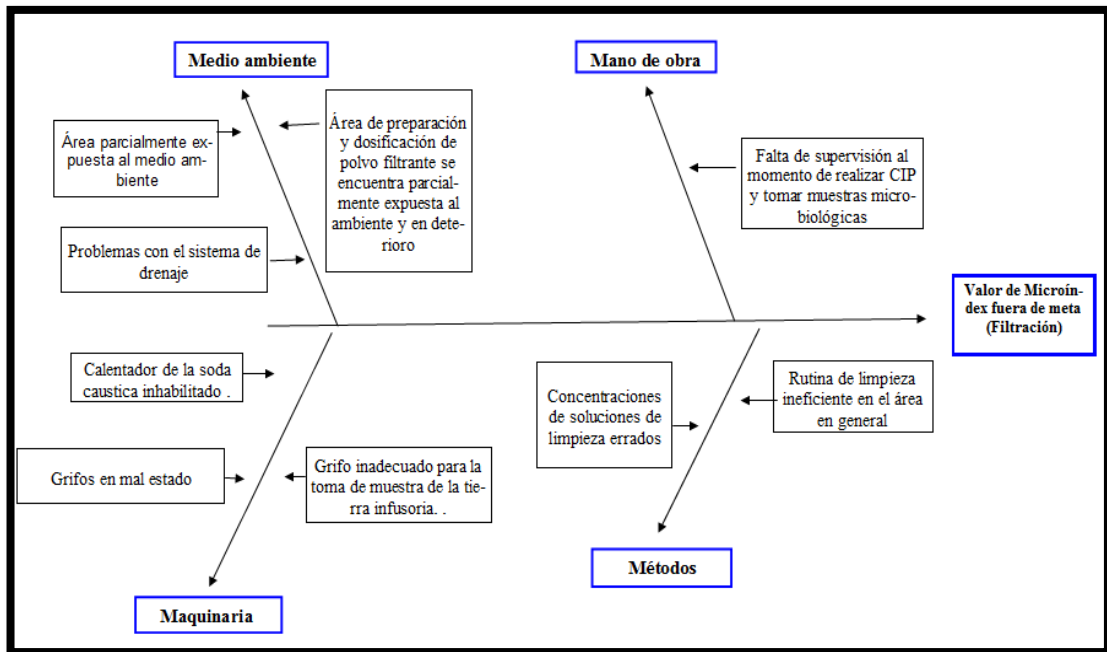
Esta técnica permitió plasmar la importancia de las anomalías encontradas con la aplicación de técnicas anteriores. La selección de las anomalías que podrían afectar en mayor proporción la calidad microbiológica del producto se realizó en una reunión con los tutores empresariales y el supervisor del departamento donde se realizó un cuadro identificando las posibles causas de éstas, según el método de las 6M lo cual dio como resultado lo siguiente:

**Tabla 13:** Causas de las anomalías usando el método de las 6M para el departamento de Filtración.

Principal	Secundarias
<b>Métodos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concentración de las soluciones de limpieza erradas.</li><li>• Rutina de limpieza ineficiente en el área en general.</li></ul>
<b>Medio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área parcialmente expuesta al medio ambiente.</li><li>• Cuarto de preparación y dosificación de polvo filtrante se encuentra expuesto al medio externo de la empresa y en deterioro.</li><li>• Problemas con el sistema de drenaje</li><li>• Sacos de polvo filtrante se encuentran expuestos a ráfagas de viento, polvo y humedad.</li></ul>
<b>Maquinaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grifos microbiológicos en mal estado.</li><li>• Grifo inadecuado para la toma de muestra microbiológica del polvo filtrante.</li><li>• Calentador de soda caustica inhabilitado</li></ul>
<b>Mano de obra</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de supervisión al momento de realizar CIP y tomar muestra microbiológica.</li></ul>

### Diagrama causa-Efecto:

Para la aplicación de esta técnica se realizaron reuniones con el Gerente de Procesos, supervisor del departamento, técnicos y operarios del área de estudio y la asepsista de la planta. El diagrama causa y efecto quedo estructurado de la siguiente manera:



**Gráfico 23.** Diagrama Causa y Efecto para el departamento de Filtración. Fuente: Nuñez y Torrealba (2012).

**Tabla de priorización:**

La aplicación de esta herramienta se llevó a cabo coordinando una reunión con la Supervisora de Filtración y con la Asepsista de la planta, para que, de acuerdo a las necesidades de la empresa, se establecieran una serie de parámetros, en base a los cuales se realizara la ponderación de cada una de las causas.

La priorización de las causas quedó estructurada de la siguiente manera:

**Tabla 14.** Tabla de Priorización del departamento Filtración.

<b>Causa Influyente</b>	<b>Tendencia</b>	<b>Rapidez</b>	<b>Autonomía</b>	<b>Impacto</b>	<b>Inversión</b>	<b>Total</b>	<b>Prioridad</b>
<b>Rutina de limpieza deficiente del área en general.</b>	5	5	5	5	5	25	<b>1</b>
<b>Calentador de Soda caustica inhabilitado</b>	5	5	5	5	1	21	<b>2</b>
<b>Grifos microbiológicos en mal estado</b>	5	5	5	5	1	21	<b>3</b>
<b>Grifo inadecuado para la toma de muestra microbiológica de polvo filtrante.</b>	5	5	5	5	1	21	<b>4</b>
<b>Concentraciones erradas de soluciones de limpieza.</b>	5	5	5	5	1	21	<b>5</b>
<b>Área de preparación y dosificación de polvo filtrante se encuentra en deterioro y expuesta al medio externo de la planta</b>	5	1	5	5	5	21	<b>6</b>
<b>Falta de supervisión a la hora de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas</b>	5	5	5	5	1	21	<b>7</b>
<b>Área parcialmente expuesta al medio externo.</b>	3	5	5	3	5	21	<b>8</b>
<b>Problemas con el sistema de drenaje</b>	3	5	3	3	1	15	<b>9</b>

**Tabla 15.** Leyenda de consideraciones tomadas en cuenta para la Tabla de Priorización.

Leyenda	Tendencia	Rapidez	Autonomía	Impacto	Inversión
<b>5</b>	Mejorar	rutinario	Área	Fuerte	Ninguna
<b>3</b>	Mantener	2 semanas	Planta	Medio	Área
<b>1</b>	Empeorar	4 semanas		Débil	Planta
<b>0</b>	Comprometer	8 semanas		Ninguno	Planta+ Regional

Una vez ordenada la tabla 14 de acuerdo a la priorización de las causas, se puede observar, que el mayor problema radica en la deficiente rutina de limpieza existente en el departamento.

### **Etapa II: Aplicación del Ciclo PHVA**

Para poder analizar todas las posibles causas influyentes en el bajo nivel del microíndice, se desarrolla el Ciclo PHVA, el cual nos ayudara a planificar las acciones que se llevarán a cabo por cada departamento del área de procesos, así mismo se pondrán en práctica la ejecución de las mismas, de acuerdo a los resultados obtenidos se procederá a tomar medidas correctivas que permitan el mejoramiento continuo.

#### **Fase I: Planear**

Esta fase tiene como finalidad planificar las acciones que se van a realizar de acuerdo a los resultados arrojados por las diferentes herramientas que se emplearon en la Etapa I.

#### **Departamento de Cocimiento**

##### **5 ¿Por qué?:**

Esta técnica nos ayuda a desglosar la causa principal por medio de una serie de preguntas del ¿Por qué? se origina logrando llegar a la causa raíz del por qué se genera la falla.

Causa 1: Área parcialmente expuesta al medio ambiente.

**Tabla 16.** Causa 1 de los 5 Por qué (Cocimiento).

<b>Causa 1</b>			
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>	<b>Importante</b>
Área parcialmente expuesta al medio ambiente	El área no se encuentra totalmente aislada	Comprar mallas protectoras, puertas y cortinas plegables.	Existe un factor contaminante que no se puede controlar, y es el estancamiento de agua proveniente de las lluvias en la orilla de la calle, que al desbordarse ocasiona inundaciones en la empresa y posibles daños en el departamento de cocimiento. Este factor le compete directamente a las organizaciones gubernamentales.
El área no se encuentra totalmente aislada	Las mallas protectoras se encuentran en mal estado, no cubren todos los alrededores. Los marcos que comunican los espacios no tienen puertas.		
Las mallas protectoras se encuentran en mal estado, no cubren todos los alrededores. Los marcos que comunican los espacios no tienen puertas.	No hay malla ni puertas en stock.		
No hay malla ni puertas en stock.	Falta de inversión.		



Causa 2: Grifos toma muestra en mal estado.

**Tabla 17.** Causa 2 de los 5 Por qué (Cocimiento).

<b>Causa 2</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Grifos toma muestra en mal estado	Alguno de sus componentes presenta desgaste.	Comprar grifos y sus componentes.
Alguno de sus componentes presenta desgaste.	Se sobre utiliza el grifo	
Se sobre utiliza el grifo	No hay stock del kit de componentes ni grifos de reserva.	
No hay stock del kit de componentes ni grifos de reserva.	No existe un proveedor que cumpla con las exigencias a un costo dentro del presupuesto de la empresa	

Causa 3: Línea de Mosto Frío presenta punto muerto en la antigua conexión "línea de malta"

**Tabla 18.** Causa 3 de los 5 Por qué (Cocimiento).

<b>Causa 3</b>		
<b>¿Por qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Línea de Mosto Frío presenta punto muerto en la antigua conexión "línea de malta"	Se presenta acumulación de mosto en el tramo de la antigua línea de malta	Sustituir el tramo de tubería con la conexión en T por un tramo liso
Se presenta acumulación de mosto en el tramo de la antigua línea de malta	Mal ubicación de la válvula	

Causa 4: Línea de mosto Filtro-Pailas presenta 2 puntos muertos

**Tabla 19.** Causa 4 de los 5 Por qué (Cocimiento).

<b>Causa 4</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Línea de mosto Filtro-Pailas presenta 2 puntos muertos	Se presentan acumulamiento de mosto en dos tramos de tubería.	Comprar grifos y sus componentes.
Se presentan acumulamiento de mosto en dos tramos de tubería.	Las válvulas están mal ubicadas	

Causa 5: Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc actúa como punto muerto.

**Tabla 20.** Causa 5 de los 5 Por qué (Cocimiento).

<b>Causa 5</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc actúa como punto muerto.	Nunca se realizó la tarea de eliminar esta conexión.	Sustituir la conexión sulfato de zinc.
Nunca se realizó la tarea de eliminar esta conexión.	Falta de coordinación	

Causa 6: Mal muestreo microbiológico.

**Tabla 21.** Causa 6 de los 5 Por qué (Cocimiento).

<b>Causa 6</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Mal muestreo microbiológico	Incumplimiento del procedimiento de toma de muestra	Mejorar la comunicación entre las áreas
Incumplimiento del procedimiento de toma de muestra	El área no cuenta con todos los implementos para la toma de muestra microbiológica	

El área no cuenta con todos los implementos para la toma de muestra microbiológica	falta de comunicación entre el área de calidad y los técnicos y operadores
--	--

Causa 7: Rutina de limpieza ineficiente.

**Tabla 22.** Causa 7 de los 5 Por qué (Cocimiento).

Causa 7		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Rutina de limpieza ineficiente	Condiciones básicas de operación y disposición.	Realizar un cronograma de limpieza externa para utensilios, equipos e infraestructura.
Condiciones básicas de operación y disposición.	No se sigue un cronograma de limpieza	
No se sigue un cronograma de limpieza	No existe cronograma de limpieza en el área	

Causa 8: Falta de supervisión en las asepsias y tomas de muestras microbiológicas.

**Tabla 23.** Causa 8 de los 5 Por qué (Cocimiento).

Causa 8		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Falta de supervisión en las asepsias y tomas de muestras microbiológicas	En su mayoría las asepsias se realizan en el turno nocturno	Colocar personal encargado del cumplimiento del CIP en los 4 turnos o implementar sistema un que grafique automáticamente los parámetros del CIP (shurt graph).
En su mayoría las asepsias se realizan en el turno nocturno	No hay supervisores en el turno nocturno.	
No hay supervisores en el turno nocturno.	Falta de personal.	

Causa 9: Cuarto de Insumos lleno de suciedad

**Tabla 24.** Causa 9 de los 5 Por qué (Cocimiento).

Causa 9		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Cuarto de Insumos lleno de suciedad	Expuesto al ambiente y con restos de insumos	Realizar un cronograma de limpieza donde se indique: Frecuencia y condiciones en las que se debería mantener esta área y mantener el portón cerrado mientras no llegue el montacargas
Expuesto al ambiente y con restos de insumos	El portón donde llega el montacargas que suministra los insumos generalmente se encuentra abierto	
El portón donde llega el montacargas generalmente se encuentra abierto	El personal del área no tiene como rutina mantener el portón cerrado y no existe rutina de limpieza.	
El personal del área no tiene como rutina mantener el portón cerrado y no hay rutina de limpieza	Falta de un cronograma de limpieza y concientización de mantener el portón cerrado.	

Causa 10: Barra de medir nivel en las pailas de cocción inadecuada.

**Tabla 25.** Causa 10 de los 5 Por qué (Cocimiento).

Causa 10		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Barra de medir nivel en las pailas de cocción inadecuada.	El material de la barra (madera) absorbe humedad y restos del producto	Reemplazar esta barra por una de acero inoxidable con mango de goma, madera o cualquier aislante térmico.
El material de la barra (madera) absorbe humedad y restos del producto	No se realiza un buen lavado de la barra para cumplir con las condiciones de asepsia	
No se realiza un buen lavado de la barra para cumplir con las condiciones de asepsia	Frecuencia de uso muy rápida para esterilizar.	

*Plan de Acción:*

En las herramientas anteriores, sólo se analizó el fenómeno a ser estudiado, priorizando las causas más críticas que generan el bajo nivel del microíndice por departamento. Sin embargo; sólo hasta este punto se ha desarrollado la primera fase de la metodología de mejoramiento continuo, por lo que en esta fase se presentara el plan de acción que llevará a una estrategia para cada una de las causas raíces en donde se definirán las acciones, el cómo deberán ser realizadas, los responsables por las mismas y las fechas del cumplimiento, como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 26.** Plan de Acción del departamento de Cocimiento.

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Levantamiento (Fecha)	¿Quién lo va a hacer?
1	Área parcialmente expuesta al medio ambiente	Comprar mayas protectoras, puertas y cortinas plegables.	Solicitando la cotización con el proveedor de los elementos aislantes.	abr-12	Alejandro Pérez
2	Grifos toma muestra en mal estado	Comprar grifos y sus componentes.	Solicitando mas grifos y sus repuestos con el proveedor	abr-12	Alejandro Pérez
3	Línea de Mosto Frio presenta punto muerto en la antigua conexión "línea de malta"	Sustituir el tramo de tubería con la conexión en T por un tramo liso	Realizando la solicitud de servicio de la sustitución del tramo de tubería	abr-12	Alejandro Pérez
4	Línea de mosto Filtro-Pailas presenta puntos muertos (Mosto caliente)	Reubicación de las válvulas	Realizando la solicitud de servicio de la reubicación de la válvula.	abr-12	Alejandro Pérez
			Realizando la solicitud de servicio para colocar la válvula que evite el estancamiento de mosto	abr-12	Alejandro Pérez
5	Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc actúa como punto muerto.	Sustituir la conexión sulfato de zinc.	Realizando la solicitud de servicio para sustituir esa conexión por un grifo microbiológico	abr-12	Alejandro Pérez
6	Mal muestreo microbiológico	Mejorar la comunicación entre las áreas	Realizando charlas de concientización y cuidado de los implementos para tomar la muestra microbiológica	abr-12	Alejandro Pérez

**Continuación Tabla 26.** Plan de Acción del departamento de Cocimiento.

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Levantamiento (Fecha)	¿Quién lo va a hacer?
7	Rutina de limpieza ineficiente	Realizar un cronograma de limpieza externa para utensilios, equipos e infraestructura.	Implementando un cronograma de limpieza semanal-quincenal-mensual. Colocando una persona responsable del cumplimiento de la misma.	abr-12	Alejandro Pérez
8	Falta de supervisión en las asepsias y tomas de muestras microbiológicas	Colocar personal encargado del cumplimiento del CIP en los 4 turnos o implementar sistema un que grafique automáticamente los parámetros del CIP (shurt graph).	Contratando mas supervisores o solicitando la cotización con el proveedor del equipo de medición del CIP(shurt graph)	abr-12	Alejandro Pérez
9	Cuarto de Insumos lleno de suciedad	Realizar un cronograma de limpieza donde se indique: Frecuencia y condiciones en las que se debería mantener esta área y mantener el portón cerrado mientras no llegue el montacargas	Asignando grupos de trabajo y supervisando continuamente	abr-12	Alejandro Pérez
10	Barra de medir nivel en las pailas de cocción inadecuada.	Remplazar esta barra por una de acero inoxidable.	Solicitando la cotización con el proveedor.	abr-12	Alejandro Pérez

## Departamento de Fermentación- Maduración

*5 ¿Por qué?:*

Esta técnica nos ayuda a desglosar la causa principal por medio de una serie de preguntas del ¿Por qué? se origina logrando llegar a la causa raíz del por qué se genera la falla.

Causa 1: Limpieza de tuberías y equipos con concentraciones erradas

**Tabla 27.** Causa 1 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 1		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Limpieza de tuberías y equipos con concentraciones erradas	Falta de un sistema de Dosificación exacta	Colocar un sistema de ajuste de concentraciones más exacto.
Falta de un sistema de Dosificación exacta	No existe un formato de ajuste de concentraciones ni un contador de flujo	
No existe un formato de ajuste de concentraciones ni un contador de flujo	Se necesita inversión	

Causa 2: Reparaciones temporales.

**Tabla 28.** Causa 2 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 2		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Reparaciones temporales.	Surge la necesidad de solventar una urgencia	Implementar una rutina de chequeo de equipos y accesorios.
Surge la necesidad de solventar una urgencia	Falta mantenimiento preventivo en equipos y tuberías	
Falta mantenimiento preventivo en equipos y tuberías	Falta de planificación y organización.	



Causa 3: Falta de supervisión en asepsias y toma de muestras microbiológicas.

**Tabla 29.** Causa 3 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

<b>Causa 3</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Puntos muertos al momento de enviar la cerveza a la centrifuga.	No se tiene una buena ubicación de la bomba de trasiego.	Reubicar la bomba de trasiego.
No se tiene una buena ubicación de la bomba de trasiego.	Al momento de instalar la bomba no se tomo en cuenta el estancamiento de producto que se iba a presentar	
Al momento de instalar la bomba no se tomo en cuenta el estancamiento de producto que se iba a presentar	No se hizo un estudio de las desventajas que representaría colocar la bomba en la ubicación actual.	

Causa 4: Punto muerto al momento de trasegar hacia el Ma, Mb, M6, M7, M8.

**Tabla 30.** Causa 4 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

<b>Causa 4</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Punto muerto al momento de trasegar hacia el Ma, Mb, M6, M7, M8	No se habían percatado del estancamiento de producto existente	Colocar una válvula que bloquee el paso del producto por ese tramo
No se habían percatado del estancamiento de producto existente	No hay un sistema de válvula eficiente	
No hay un sistema de válvula eficiente	Falta el anexo de una válvula para bloquear el flujo.	

Causa 5: Falta de supervisión en asepsias y toma de muestras microbiológicas.

**Tabla 31.** Causa 5 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

<b>Causa 5</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Falta de supervisión en asepsias y toma de muestras microbiológicas.	No existen supervisores ni personas encargadas en las áreas cuando las asepsias son realizadas en el turno mixto y nocturno. No hay shurt graph en el departamento.	Contrata mas supervisores especializados en el tema del CIP o en su defecto colocar shurt graph
No existen supervisores ni personas encargadas en las áreas cuando las asepsias son realizadas en el turno mixto y nocturno. No hay shurt graph en las áreas.	Falta de personal en el área e inversión de equipos de medición	
Falta de personal en el área e inversión de equipos de medición	Presupuesto recortado en base al tema	

Causa 6: Insuficiencia de Grifos/ Grifos existentes en mal estado.

**Tabla 32.** Causa 6 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

<b>Causa 6</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Insuficiencia de Grifos/ Grifos existentes en mal estado	Sobre utilización de los grifos	Mantener en stock grifos esterilizados y sus repuestos
Sobre utilización de los grifos	Falta de repuestos y kits	
Falta de repuestos y kits	Proveedor insuficiente	

Causa 7: Condiciones inciertas del agua desaireada

**Tabla 33.** Causa 7 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 7		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Condiciones inciertas del agua desaireada	Recorte de la tubería de retorno y no hay presencia de grifo	Realizar una rutina de limpieza con periodos de tiempo bien claros y colocar un grifo toma muestra para analizar las condiciones microbiológicas de la misma
Recorte de la tubería de retorno y no hay presencia de grifo	Mal estudio de modificación y periodo de limpieza incierto	
Mal estudio de modificación y periodo de limpieza incierto	Falta de patrón de limpieza para esa tubería y en su defecto lección de un punto	

Causa 8: Contaminaciones en dosificación Gel de Sílica.

**Tabla 34.** Causa 8 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 8		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Contaminaciones en dosificación Gel de Sílica	Expuesto totalmente al ambiente e incumplimiento del periodo de limpieza	Aislar el tanque con cortinas plegables y colocar un cronograma de limpieza con periodos más cortos
Expuesto totalmente al ambiente e incumplimiento del periodo de limpieza	Falta de cronograma de limpieza y elementos aislantes de dicho tanque	

Causa 9: Problemas con el sistema de drenaje.

**Tabla 35.** Causa 9 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 9		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Problemas con el sistema de drenaje	Poca capacidad de descarga y sistemas muy cercanos a los grifos de tomar muestras	Cambiar las tuberías de drenaje por otras de mayor diámetro.

poca capacidad de descarga y sistemas muy cercanos a los grifos de tomar muestras	Tuberías de diámetros muy pequeños y falta de tapas selladas a la hora de tomar las muestras microbiológicas
---	--

Causa 10: Deterioro del área en general.

**Tabla 36.** Causa 10 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 10		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Deterioro del área en general	Falta de rutina de mejora continua	Invertir en las reparaciones exigidas por el área.
Falta de rutina de mejora continua	No se creó esa política en el área	
No se creó esa política en el área	Falta de inversión	

Causa 11: Área totalmente expuesta al medio ambiente.

**Tabla 37.** Causa 11 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 11		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Área totalmente expuesta al medio ambiente	Falta de inversión tanto del ente gubernamental como de la compañía para solventar la problemática	Aislar el área en general.
Falta de inversión tanto del ente gubernamental como de la compañía para solventar la problemática	Desinterés de ambas partes con respecto a la problemática	

Causa 12: Estancamiento en la tubería de retorno de CIP.

**Tabla 38.** Causa 12 de los 5 Por qué (Fermentación- Maduración).

Causa 12		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Punto muerto en la tubería de retorno del CIP hacia	Tramo de tubería sin utilización	Eliminar el tramo de tubería que

cocimiento		queda como punto muerto
Tramo de tubería sin utilización	No se percataron del punto muerto que origino ese tramo	

**Tabla 39.** Plan de Acción para el departamento de Fermentación- Maduración.

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Levantamiento (Fecha)	¿Quién lo va a hacer?
1	Limpieza de tuberías y equipos con concentraciones erradas	Colocar un sistema de ajuste de concentraciones más exacto	Solicitando con el proveedor los equipos necesarios.	May-12	Yvan Ramos
2	Reparaciones temporales.	Implementar una rutina de chequeo de equipos y accesorios.	Chequeando continuamente el estado de los equipos y realizando las solicitudes de servicio a la brevedad.	May-12	Yvan Ramos
3	Puntos muertos al momento de enviar la cerveza a la centrifuga.	Reubicar la bomba de trasiego.	Realizando la solicitud de servicio para colocar la bomba entre los maduradores M1 y M6	May-12	Yvan Ramos
4	Punto muerto al momento de trasegar hacia el Ma, Mb , M6, M7, M8	Bloquear el pase de producto a este tramo de tubería.	Realizando una solicitud de servicio para colocar una válvula al principio de la tubería.	May-12	Yvan Ramos
5	Falta de supervisión en asepsias y toma de muestras microbiológicas.	Colocar personal encargado de inspeccionar CIP y toma de muestras microbiológicas. En su defecto instalar un sistema de medición automático	Solicitando con el proveedor la cotización del equipo de medición de concentraciones, tiempo y temperatura (Shrut graph) o contratando mas supervisores.	May-12	Yvan Ramos
6	Insuficiencia de Grifos/ Grifos existentes en mal estado	Mantener en stock grifos esterilizados y sus repue	Solicitando la cotización de grifos y kits de repuestos con el proveedor.	May-12	Yvan Ramos

**Tabla 39.** Continuación Plan de Acción para el departamento de Fermentación- Maduración.

<b>7</b>	Condiciones inciertas del agua desaireada	Realizar una rutina de limpieza con periodos de tiempo bien claros y colocar un grifo toma muestra para analizar las condiciones microbiológicas	Realizando la solicitud para colocar un grifo microbiológico y estableciendo un periodo de limpieza de acuerdo al patrón técnico.	May-12	Yvan Ramos
<b>8</b>	Contaminaciones en dosificación Gel de Sílica	Aislar el tanque con cortinas plegables y colocar un cronograma de limpieza con periodos más cortos	Cotizando con el proveedor los implementos necesarios y seguir el periodo de limpieza según el patrón técnico.	Jun-12	Yvan Ramos
<b>9</b>	Problemas con el sistema de drenaje	Garantizar que no se llenen las alcantarillas de sedimentos.	Realizando la solicitud de servicio para sustituir las tuberías de drenaje actual por una de mayor diámetro.	May-12	Yvan Ramos
<b>10</b>	Deterioro del área en general	Invertir en las reparaciones exigidas por el área.	Realizando un presupuesto de las reparaciones del área.	May-12	Yvan Ramos
<b>11</b>	Área totalmente expuesta al medio ambiente	Aislar el Área en general	Cotizando el costo de una pared perimetral y las paredes de la sala de tinas de levadura.	May-12	Yvan Ramos
<b>12</b>	Estancamiento de productos de limpieza en la tubería de retorno de CIP	Eliminar el tramo de tubería que queda como punto muerto	Realizando una solicitud de servicio para eliminar el punto muerto.	May-12	Yvan Ramos

## Departamento de Filtración

### 5 ¿Por qué?:

Esta técnica nos ayuda a desglosar la causa principal por medio de una serie de preguntas del ¿Por qué? se origina logrando llegar a la causa raíz del por qué se genera la falla.

Causa 1: Rutina de limpieza deficiente del área en general.

**Tabla 40.** Causa 1 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 1		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Rutina de limpieza deficiente del área en general.	Condiciones básicas de operación y disposición.	Realizar un cronograma de limpieza para utensilios, equipos e infraestructura.
Condiciones básicas de operación y disposición.	No se sigue un cronograma de limpieza en el departamento.	
No se sigue un cronograma de limpieza en el departamento.	No existe como tal, un cronograma de limpieza en el departamento de filtración.	

Causa 2: Calentador de soda caustica inhabilitado.

**Tabla 41.** Causa 2 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 2		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Calentador de soda caustica inhabilitado.	No se ha realizado la revisión que permita obtener las causas de por qué falla el calentador.	Coordinar con el departamento de Ingeniería la revisión y del calentador de soda.
No se ha realizado la revisión que permita obtener las causas de por qué falla el calentador.	No se ha coordinado con el departamento de Ingeniería.	



Causa 3: Grifos microbiológicos en mal estado.

**Tabla 42.** Causa 3 de los 5 Por qué (Filtración).

<b>Causa 3</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Grifos microbiológicos en mal estado.	Las partes de los grifos microbiológicos se encuentran en mal estado. No se realiza scrubing y esterilización a los grifos antes de su uso.	Reparar los grifos
Las partes de los grifos microbiológicos se encuentran en mal estado. No se realiza scrubing y esterilización a los grifos antes de su uso.	Falta de repuestos y kits de los grifos. No hay una rutina de limpieza de los grifos eficiente.	
Falta de repuestos y kits de los grifos. No hay una rutina de limpieza de los grifos eficiente.	No hay stock de grifos ni de sus partes en almacén.	
No hay stock de grifos ni de sus partes en almacén.	Falta de inversión.	

Causa 4: Grifo inadecuado para la toma de muestra microbiológica de polvo filtrante.

**Tabla 43.** Causa 4 de los 5 Por qué (Filtración).

<b>Causa 4</b>		
<b>¿Por Qué?</b>	<b>Motivo</b>	<b>¿Qué hacer?</b>
Grifo inadecuado para la toma de muestra microbiológica de polvo filtrante.	El diámetro de boquilla del grifo es muy pequeño.	Solicitar un grifo con un diámetro mayor en la boquilla de descarga.
El diámetro de boquilla del grifo es muy pequeño.	Aun no se ha solicitado un grifo de con las características deseadas	

Causa 5: Concentraciones erradas de soluciones de limpieza

**Tabla 44.** Causa 5 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 5		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Concentraciones erradas de soluciones de limpieza	No hay un sistema adecuado de dosificación de soluciones ni un formato que permita aditivar de acuerdo a la concentración existente.	Comprar un contador de flujo.
No hay un sistema adecuado de dosificación de soluciones ni un formato que permita aditivar de acuerdo a la concentración existente.	No se ha solicitado un contador de flujo.	
No se ha solicitado un contador de flujo.	Falta de inversión.	

Causa 6: Área de preparación y dosificación de polvo filtrante se encuentra en deterioro y expuesta al medio externo de la planta.

**Tabla 45.** Causa 6 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 6		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Área de preparación y dosificación de polvo filtrante se encuentra en deterioro y expuesta al medio externo de la planta.	Descuido de las instalaciones.	Mejorar las condiciones del área en general.
Descuido de las instalaciones.	No se ha implementado el ciclo de mejora continua en el área.	
No se ha implementado el ciclo de mejora continua en el área.	Falta de inversión.	

Causa 7: Falta de supervisión a la hora de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas.

**Tabla 46.** Causa 7 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 7		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Falta de supervisión a la hora de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas.	En su mayoría las asepsias se realizan en turno nocturno.	Colocar más supervisores en el departamento o en su defecto un equipo que grafique automáticamente los parámetros del CIP.
En su mayoría las asepsias se realizan en turno nocturno.	No hay supervisores en el turno nocturno	
No hay supervisores en el turno nocturno	Falta de personal	

Causa 8: Área parcialmente expuesta al medio externo.

**Tabla 47.** Causa 8 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 8		
Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Área parcialmente expuesta al medio externo.	Se mantiene el portón del pasillo, que comunica con el patio de la planta abierto.	Mantener el portón cerrado.
Se mantiene el portón del pasillo, que comunica con el patio de la planta abierto.	No está en la rutina del área mantener el portón cerrado.	

Causa 9: Problemas con el sistema de drenaje

**Tabla 48.** Causa 9 de los 5 Por qué (Filtración).

Causa 9		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Problemas con el sistema de drenaje	Poca capacidad de descarga, lo que ocasiona que se acumulen sedimentos de polvo filtrante, por lo tanto colapsa el drenaje.	Cambiar las tuberías de desagüe por unas de mayor diámetro.

Poca capacidad de descarga, lo que ocasiona que se acumulen sedimentos de polvo filtrante, por lo tanto colapsa el drenaje.	Tuberías con diámetros muy pequeños.
Tuberías con diámetros muy pequeños.	No se ha realizado un proyecto para cambiar el diámetro de la tubería, en su defecto no se ha coordinado una limpieza y desincrustación de sedimentos mensual.

*Plan de Acción:*

El plan de acción de esta área se realizo de acuerdo a las herramientas y técnicas aplicadas en las fases previas. En esta fase se planificara el cómo se va a llevar a cabo la ejecución de las actividades, cuándo y se designara la persona encargada del cumplimiento de las mismas.

**Tabla 49.** Plan de Acción para el departamento de Filtración.

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Levantamiento (Fecha)	¿Quién lo va a hacer?
1	Limpieza de rutina deficiente del área en general.	Realizar un cronograma de limpieza para utensilios, equipos e infraestructura.	Implementando una rutina de limpieza más frecuente en el área.	jun-12	Zulaima Silva
2	Calentador de soda caustica inhabilitado.	Coordinar con el departamento de Ingeniería la revisión del calentador de soda.	Realizando una solicitud de servicio que requiera la revisión del calentador de soda.	jun-12	Zulaima Silva
3	Grifos microbiológicos en mal estado.	Reparar los grifos	Manteniendo en el almacén los repuestos y kits de los grifos.	jun-12	Zulaima Silva
4	Grifo inadecuado para la toma de muestra microbiológica de polvo filtrante	Conseguir un proveedor que fabrique grifo microbiológico diseñado para fluidos arenosos.	Buscando proveedores y solicitándole a su vez un grifo de prueba que cumpla con las especificaciones necesarias.	jun-12	Zulaima Silva
5	Concentraciones erradas de soluciones de limpieza	Comprar un contador de flujo.	Cotizando con el proveedor.	jun-12	Zulaima Silva
6	Área de preparación y dosificación de polvo filtrante se encuentra en deterioro y expuesta al medio externo de la planta.	Mejorar las condiciones del área en general.	Pintando las paredes, cambiando el piso en caso de ser necesario y colocando iluminación en el área para mantener el portón cerrado.	jun-12	Zulaima Silva
7	Falta de supervisión a la hora de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas.	Colocar más supervisores en el departamento o en su defecto un equipo que grafique automáticamente los parámetros del CIP.	Contratando más supervisores o cotizando con el proveedor el equipo del shrut graph.	jun-12	Zulaima Silva
8	Área parcialmente expuesta al medio externo.	Mantener el portón cerrado.	Creando conciencia en los integrantes del departamento sobre lo importante que es evitar las contaminaciones externas al momento de tomar una muestra microbiológica.	jun-12	Zulaima Silva
9	Problemas con el sistema de drenaje	Cambiar las tuberías de desagüe por unas de mayor diámetro	Cotizando con el proveedor los metrajes de tuberías necesarios	jun-12	Zulaima Silva

## Fase II: Hacer

En esta fase se ejecutaron algunas acciones propuestas en el Plan de Acción, la actividad se desarrolló por departamento como sigue a continuación:

### Departamento de Cocimiento:

Para llevar a cabo algunas acciones propuestas en el plan de acción de cocimiento, se utilizó el programa interno de la compañía (MES), el cual permitió realizar solicitudes de servicio para la compra de equipos y utensilios necesarios para las modificaciones. Para el cumplimiento de estas acciones también fueron importantes las reuniones semanales con el gerente de procesos y el supervisor del departamento, ya que esto permitía implementar las acciones de limpieza y orden.

Se resumen las acciones realizadas en el periodo de Abril-Junio la siguiente tabla.

**Tabla 50.** Causas corregidas del Departamento de Cocimiento

Núm. De Causa	Causa Fundamental	Fecha del levantamiento	¿Qué se va a hacer?	¿Quién lo va a hacer?	¿Cuándo se realizó?
2	Grifos toma muestra en mal estado	Abril-2012	Comprar grifos y sus componentes.	Aldreina Álvarez	A partir de Abril 2012.
3	Línea de Mosto Frío presenta punto muerto en la antigua conexión "línea de malta"	Se realizó la SS el día 31-05-2012 (Número de SS: 13284)	Sustituir el tramo de tubería con la conexión en T por un tramo liso	Alejandro Pérez	01/06/2012
4	Línea de mosto Filtro-Pailas presenta puntos muertos (Mosto caliente)	Se realizó la SS el día 31-05-2012 (Número de SS: 13285)	Reubicación de las válvulas	Alejandro Pérez	05/06/2012
5	Antigua línea de dosificación de sulfato de zinc actúa como punto muerto.	Se realizó la SS el día 31-05-2012 (Número de SS: 13286)	Eliminar la conexión sulfato de zinc- Línea de Mosto frío	Alejandro Pérez	05/06/2012
7	Rutina de limpieza ineficiente	abr-12	Realizar un cronograma de limpieza externa para utensilios, equipos e infraestructura.	Alejandro Pérez	A partir de 02/05/2012
9	Cuarto de Insumos lleno de suciedad	abr-1	Mantener el área limpia.	Alejandro Pérez	A partir de 07/05/2012

### Departamento de Fermentación–Maduración:

Para la aplicación de esta técnica fue necesario, las reuniones semanales con el gerente de procesos, el supervisor de fermentación- Maduración y el jefe de ingeniería, con quienes se coordinó la ejecución de las actividades pertinentes al plan de acción.

Se resumen las acciones realizadas en el periodo de Abril-Junio en la siguiente tabla.

**Tabla 51.** Causas corregidas del Departamento de Fermentación-Maduración

Núm. De Causa	Causa Fundamental	Fecha del levantamiento	¿Qué se va a hacer?	¿Quién lo va a hacer?	¿Cuándo se realizó?
2	Reparaciones temporales.	May-12	Implementar una rutina de chequeo de equipos y accesorios.	Yvan Ramos	May-12
4	Punto muerto al momento de trasegar hacia el Ma, Mb , M6, M7, M8	Se realizó la SS en día 29-05-2012 (Número de SS: 13276)	Bloquear el flujo de producto a este tramo de tubería.	Yvan Ramos	21-06-12
6	Insuficiencia de Grifos/ Grifos existentes en mal estado	May-12	Mantener en stock grifos esterilizados y sus repuestos	Yvan Ramos	A partir de Mayo 2012.
12	Estancamiento de productos de limpieza en la tubería de retorno de CIP	Se realizó SS en día 29-05-2012 (Número de SS: 13277)	Eliminar el tramo de tubería que queda como punto muerto	Zulaima silva	31-05-12

### Departamento de Filtración:

En este departamento solo se logró realizar una acción, ya que fue el último departamento estudiado y para el cumplimiento de las acciones establecidas en el plan de acción, se requería un periodo de tiempo más largo, la causa que se logró solventar se puede apreciar mejor en la siguiente tabla.

**Tabla 52.** Causas corregidas del Departamento de Filtración

Núm. De Causa.	Causa Fundamental	Fecha del levantamiento	¿Qué se va a hacer?	¿Quién lo va a hacer?	¿Cuándo se realizó?
2	Grifos microbiológicos en mal estado.	Jun-12	Reparar los grifos	Aldreina Álvarez	Jun-12

### Fase III: Verificar

En esta fase se analiza el impacto que ocasionó las acciones ejecutadas en la fase II, mediante la observación del gráfico microbiológico por cada departamento del área de procesos. Las Técnicas y herramientas utilizadas son las siguientes:

**Observación directa:** Esta técnica permite monitorear el cumplimiento de las tareas asignadas en los departamentos en cuanto a higienización y limpieza, también se utiliza para corroborar las correcciones en cuanto a puntos muertos.

**Observaciones del gráfico de Microíndex:** Esta herramienta facilita visualizar el impacto de las mejoras realizadas en relación a los niveles microbiológicos establecidos por la empresa.

**Reuniones diarias de productividad:** Estas actividades permiten conocer las anomalías que se presentan diariamente en el área de procesos, así como también discutir las posibles soluciones.

### Departamento de Cocimiento:

**Observación directa:** Se puede observar las siguientes modificaciones.

- Causa 3: Reparación de la línea de malta conectada a la línea de mosto: La figura 9 ilustra la sustitución del tramo de tubería con la conexión en T por un tramo de tubería lisa.





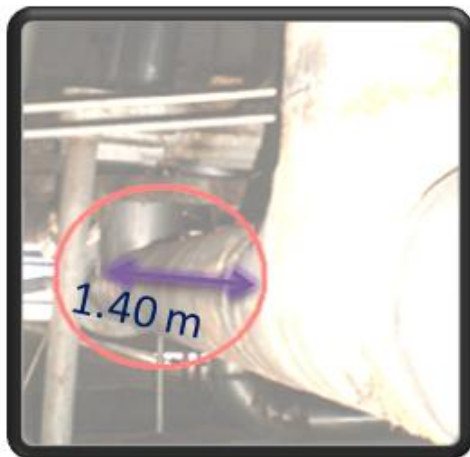
Línea de ajuste de malta a la línea de mosto (Antes)



Línea de ajuste de malta a la línea de mosto (después)

**Figura 9.** Antes y después de la acción correctiva.

- Causa 4: Reparación de punto muerto de la línea Filtro-Pailas: Se verifica que el tramo de tubería de 1.40 metros en donde quedaba acumulación de producto se haya eliminado correctamente.



Línea de mosto Filtro- Pailas (Antes)



Línea de mosto Filtro- Pailas (Después)

**Figura 10.** Antes y después de la acción correctiva

- Causa 5: Sustitución de la antigua línea de dosificación de sulfato de zinc por un grifo microbiológico: Se llevo a cabo el reemplazo de la conexión sulfato de zinc por un grifo microbiológico que permita poder analizar las condiciones microbiológicas del producto antes de entrar al intercambiador de calor.



Dosificación de sulfato de Zinc a la línea de Mosto (Antes)



Dosificación de sulfato de Zinc a la línea de Mosto (Después)

**Figura 11.** Antes y despues de la acción correctiva

- Causa 7: Rutina de limpieza ineficiente: En la figura se puede observar que se implemento un cronograma de limpieza para el área en general, donde se delegaron funciones para cada uno de los técnicos y operarios, lo cual genera como resultado un área limpia y en condiciones óptimas para tomar una muestra microbiológica.



Panel de Control  
(antes)



Área de Cocimiento  
(después)

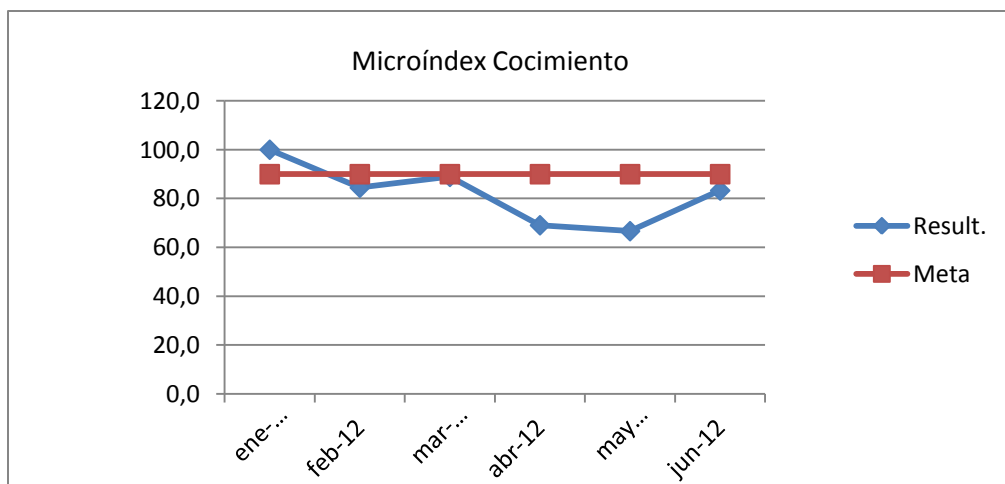
*Figura 12.* Antes y despues de la acción correctiva

- Causa 9: Cuarto de Insumos lleno de suciedad: La figura 13 muestra un cuarto de insumos que antes de implementar una rutina de limpieza eficiente se mantenía lleno de restos de productos y expuesto a las contaminaciones externas, actualmente se mantiene limpio en orden y con el portón cerrado.



**Figura 13.** Antes y después de la acción correctiva

**Observaciones del gráfico de Microíndice:**



**Gráfico 24.** Microíndice Cocimiento

En el gráfico microbiológico se puede observar, que el nivel del microíndice se ha elevado a 83.3 en el mes de junio, por lo que se puede deducir que las acciones corregidas han dado resultado en este departamento, sin embargo aun el nivel real no llega a 90 que es la meta establecida por la compañía.

**Reuniones diarias de productividad:** Mediante esta técnica se logro la solución de la Causa 2, actualmente el departamento cuenta con grifos microbiológicos en buenas condiciones, esterilizados y listos para su uso. Por otra parte, de acuerdo a las acciones corregidas y a la observación del gráfico microbiológico surgen una serie de opiniones e ideas que permiten estudiar con más detalles las causas influyentes en el bajo nivel microbiológico de cocimiento.

#### **Departamento de fermentación-Maduración:**

##### **Observación directa:**

- Causa 4: Se pudo chequear la ubicación de la válvula que impedirá el estancamiento de fluido al momento de trasegar hacia el Ma, Mb, M6, M7, M8.



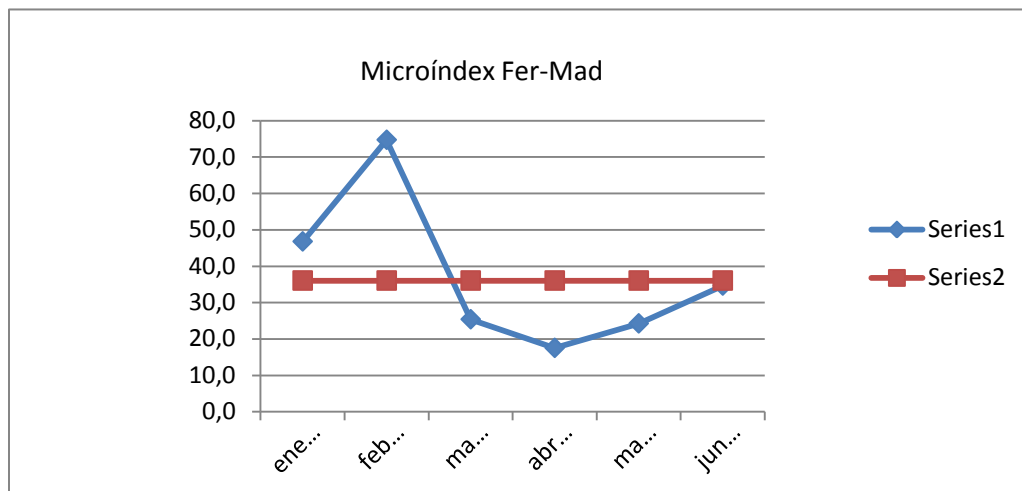
- **Figura 14.** Antes y después de la acción correctiva

- Causa 12: En la figura 15 se logra observar la eliminación del tramo de tubo que quedaba con estancamiento de productos de limpieza en la tubería de retorno de CIP.



**Figura 15.** Antes y después de la acción correctiva

**Observaciones del gráfico de Microíndice:**



**Gráfico 25.** Microíndice Fermentación – Maduración

En el gráfico 25 se puede observar que mediante la implementación de las actividades propuestas en el plan de acción se ha logrado que el índice

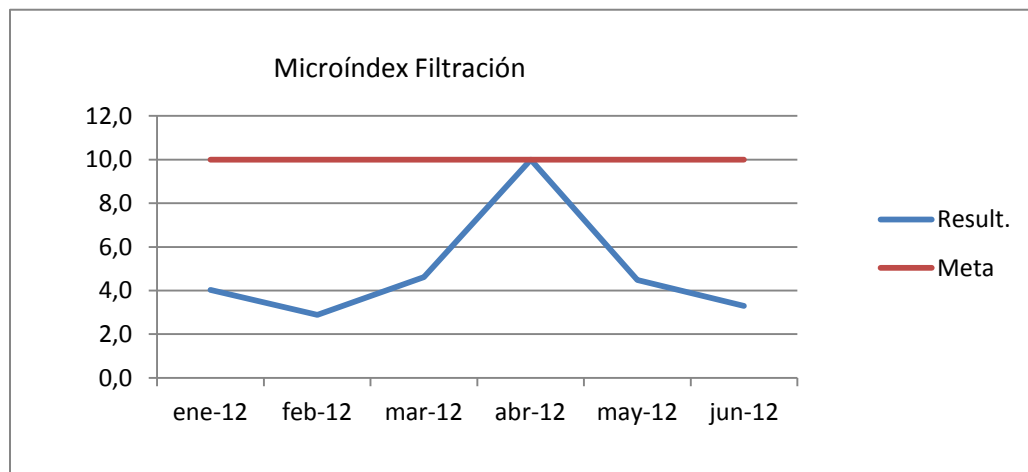


microbiológico en el departamento se eleve a 34.6 sin embargo no ha llegado a la meta que es 36.

**Reuniones diarias de productividad:** Esta actividad hizo posible verificar que la causa 2 (reparaciones temporales) y la causa 6 (insuficiencia de grifos microbiológicos) se gestionaran satisfactoriamente.

### Departamento de Filtración:

#### Observaciones del gráfico de Microíndice:



**Gráfico 26.** Microíndice Filtración

El gráfico microbiológico de este departamento no resulta muy satisfactorio, filtración es el área más perjudicada ya que el producto tiene que salir con un excelente índice microbiológico en cocimiento y fermentación- maduración para que éste se mantenga en este departamento. Cabe destacar que implementando las acciones del plan de acción propuesto en la fase I mejorará el índice microbiológico del departamento.

**Reuniones diarias de productividad:** Esta técnica hizo posible verificar que la causa 2 (insuficiencia de grifos microbiológicos) se gestionara satisfactoriamente.

#### **Fase IV: Actuar.**

Esta fase, permite mediante técnicas como reuniones semanales y tormenta de ideas incluir otras acciones en el plan de mejora que conduzcan a los resultados deseados.

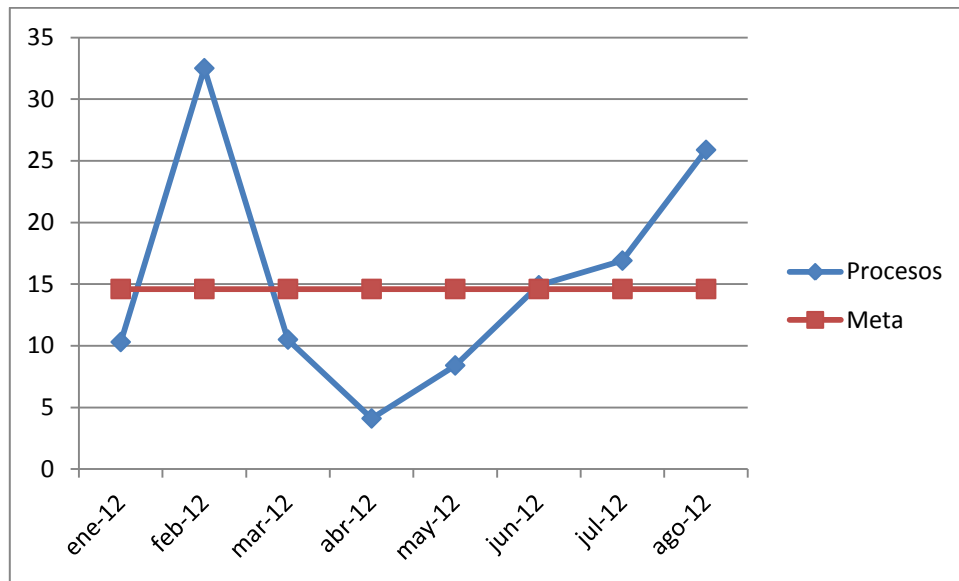
Ya que el tiempo para implementar las acciones en el área de procesos fue muy corto, solo se logro proponer otra causa en el plan de acción de cocimiento. La cual se muestra a continuación:

**Tabla 53.** Causa anexada al plan de acción de Cocimiento.

<b>Causa Fundamental</b>	<b>¿Qué se va a hacer?</b>	<b>¿Cómo se va a hacer?</b>	<b>Fecha Propuesta</b>	<b>¿Quién lo va a hacer?</b>
Periodo de limpieza manual del intercambiador de calor vencido.	Realizar la limpieza del equipo al llegar las empaaduras.	Coordinando con el área de ingeniería el desensamble de equipo.	Jun-12	Alejandro Pérez

A continuación se muestra un resultado obtenido dos meses después de haber finalizado el periodo de pasantías, donde se pueden observar los logros alcanzados mediante la ejecución del plan de acción propuesto.





**Grafica 27.** Microíndex

Como se puede observar en el grafico 27, el valor del Microíndex de los meses marzo, abril y mayo están por debajo de la meta mínima establecida por la compañía, debido a que en este periodo fue en donde se comenzó a realizar el estudio para determinar las fallas que inciden directamente en la calidad microbiológica, sin embargo en el mes de junio el nivel microbiológico real llego a la meta 14.6, en los meses julio y agosto el nivel supera el valor mínimo como resultado de las actividades desarrolladas en el plan de acción.

### Etapa III

#### Diseño de Plan de Acción.

##### Departamento de cocimiento:

Según los resultados obtenidos después de las reparaciones realizadas en el plan de acción propuesto en la fase I, se planteó anexar una causa más a las acciones restantes. Por lo tanto la tabla de priorización quedó de la siguiente manera:

**Tabla 54.** Tabla de Priorización final del departamento Cocimiento

Causa Influyente	Tendencia	Rapidez	Autonomía	Impacto	Inversión	Total	Prioridad
<b>Periodo de limpieza manual del intercambiador vencido.</b>	5	3	5	5	5	23	1
<b>Área parcialmente expuesta al medio ambiente</b>	3	5	5	3	5	21	2
<b>Mal muestreo microbiológico</b>	3	0	5	5	0	13	3
<b>Falta de supervisión en las asepsias y tomas de muestras microbiológicas</b>	3	0	3	3	1	10	4
<b>Barra de medir nivel en las pailas de cocción inadecuada.</b>	3	0	3	1	0	7	5

Consideración de las ponderaciones. **Ver Tabla 9.**

## Aplicación del Ciclo PHVA.

Fase I. Planear:

Se presenta la técnica del 5 ¿Por qué? Para la causa 1.

**Tabla 55.** Causa 1 anexada de los 5 por qué (cocimiento)

Causa 1		
¿Por Qué?	Motivo	¿Qué hacer?
Periodo de limpieza manual del intercambiador de calor vencido.	No existe en almacén el juego de empaaduras	Realizar la limpieza del equipo al llegar las empaaduras.
No existe en almacén el juego de empaaduras	problemas con la importación	

Se presenta el plan de acción que quedará propuesto para Cocimiento

**Tabla 56.** Plan de Acción final Departamento Cocimiento

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Fecha Propuesta.	¿Quién lo va a hacer?
1	Periodo de limpieza manual del intercambiador de calor vencido.	Realizar la limpieza del equipo al llegar las empacaduras.	Coordinando con el área de ingeniería el desensamble de equipo.	Jun-12	Alejandro Pérez
2	Área parcialmente expuesta al medio ambiente	Comprar mayas protectoras, puertas y cortinas plegables.	Solicitando la cotización con el proveedor de los elementos aislantes.	jun-12	Alejandro Pérez
3	Mal muestreo microbiológico	Mejorar la comunicación entre las áreas	Realizando charlas de concientización y cuidado de los implementos para tomar la muestra microbiológica	jun-12	Alejandro Pérez
4	Falta de supervisión en las asepsias y tomas de muestras microbiológicas	Colocar personal encargado del cumplimiento del CIP en los 4 turnos o implementar sistema un que grafique automáticamente los parámetros del CIP (shurt graph).	Contratando mas supervisores o solicitando la cotización con el proveedor del equipo de medición del CIP(shurt graph)	jun-12	Alejandro Pérez
5	Barra de medir nivel en las pailas de cocción inadecuada.	Reemplazar esta barra por una de acero inoxidable.	Solicitando la cotización con el proveedor.	jun-12	Alejandro Pérez

**Departamento de Fermentación-Maduración.** Se presenta el plan de acción a implementar en Fermentación- Maduración

**Tabla 57.** Plan de Acción final Departamento Fermentación-Maduración

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Fecha Propuesta.	¿Quién lo va a hacer?
1	Limpieza de tuberías y equipos con concentraciones erradas	Colocar un sistema de ajuste de concentraciones más exacto	Solicitando con el proveedor los equipos necesarios.	jun-12	Yvan Ramos
2	Puntos muertos al momento de enviar la cerveza a la centrifuga.	Reubicar la bomba de trasiego.	Realizando la solicitud de servicio para colocar la bomba entre los maduradores M1 y M6	jun-12	Yvan Ramos
3	Falta de supervisión en asepsias y toma de muestras microbiológicas.	Colocar personal encargado de inspeccionar CIP y toma de muestras microbiológicas. En su defecto instalar un sistema de medición automático	Solicitando con el proveedor la cotización del equipo de medición de concentraciones, tiempo y temperatura (Shrut graph) o contratando mas supervisores.	jun-12	Yvan Ramos
4	Condiciones inciertas del agua desaireada	Realizar una rutina de limpieza con periodos de tiempo bien claros y colocar un grifo toma muestra para analizar las condiciones microbiológicas de la misma	Realizando la solicitud para colocar un grifo microbiológico y estableciendo un periodo de limpieza de acuerdo al patrón técnico.	jun-12	Yvan Ramos
5	Contaminaciones en dosificación Gel de Sílica	Aislar el tanque con cortinas plegables y colocar un cronograma de limpieza con periodos más cortos	Cotizando con el proveedor los implementos necesarios y seguir el periodo de limpieza según el patrón técnico.	Jun-12	Yvan Ramos
6	Problemas con el sistema de drenaje	Garantizar que no se llenen las alcantarillas de sedimentos.	Realizando la solicitud de servicio para sustituir las tuberías de drenaje actual por una de mayor diámetro.	jun-12	Yvan Ramos

**Tabla 57.** Continuación Plan de Acción Departamento Fermentación-Maduración

Núm.	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Fecha Propuesta.	¿Quién lo va a hacer?
7	Deterioro del área en general	Invertir en las reparaciones exigidas por el área.	Realizando un presupuesto de las reparaciones del área.	jun-12	Yvan Ramos
8	Área totalmente expuesta al medio ambiente	Aislar el Área en general	Cotizando el costo de una pared perimetral y las paredes de la sala de tinas de levadura.	jun-12	Yvan Ramos
9	Estancamiento de productos de limpieza en la tubería de retorno de CIP	Eliminar el tramo de tubería que queda como punto muerto	Realizando una solicitud de servicio para eliminar el punto muerto.	jun-12	Yvan Ramos

**Departamento de Filtración:** Se presenta el plan de acción a implementar en el departamento de Filtración:

**Tabla 58.** Plan de Acción final Departamento Filtración

Núm	Causa Fundamental	¿Qué se va a hacer?	¿Cómo se va a hacer?	Fecha Propuesta.	¿Quién lo va a hacer?
1	Limpieza de rutina deficiente del área en general.	Realizar un cronograma de limpieza para utensilios, equipos e infraestructura.	Implementando una rutina de limpieza más frecuente en el área.	jun-12	Zulaima Silva
2	Calentador de soda caustica inhabilitado.	Coordinar con el departamento de Ingeniería la revisión del calentador de soda.	Realizando una solicitud de servicio que requiera la revisión del calentador de soda.	jun-12	Zulaima Silva
3	Grifo inadecuado para la toma de muestra microbiológica de polvo filtrante	Conseguir un proveedor que fabrique grifo microbiológico diseñado para fluidos arenosos.	Buscando proveedores y solicitándole a su vez un grifo de prueba que cumpla con las especificaciones necesarias.	jun-12	Zulaima Silva
4	Concentraciones erradas de soluciones de limpieza	Comprar un contador de flujo.	Cotizando con el proveedor.	jun-12	Zulaima Silva
5	Área de preparación y dosificación de polvo filtrante se encuentra en deterioro y expuesta al medio externo de la planta.	Mejorar las condiciones del área en general.	Pintando las paredes, cambiando el piso en caso de ser necesario y colocando iluminación en el área para mantener el portón cerrado.	jun-12	Zulaima Silva
6	Falta de supervisión a la hora de realizar CIP y tomar muestras microbiológicas.	Colocar más supervisores en el departamento o en su defecto un equipo que grafique automáticamente los parámetros del CIP.	Contratando más supervisores o cotizando con el proveedor el equipo del shrun graph.	jun-12	Zulaima Silva
7	Área parcialmente expuesta al medio externo.	Mantener el portón cerrado.	Creando conciencia en los integrantes del departamento sobre lo importante que es evitar las contaminaciones externas al momento de tomar una muestra microbiológica.	jun-12	Zulaima Silva
8	Problemas con el sistema de drenaje	Cambiar las tuberías de desagüe por unas de mayor diámetro	Cotizando con el proveedor los metrajes de tuberías necesarios	jun-12	Zulaima Silva

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El área conformada por los departamentos Cocimiento, Fermentación-Maduración y Filtración presenta zonas en mal estado debido a: deficiencia en cuanto a la limpieza, posee sitios parcialmente expuestos al medio ambiente, sistema de drenaje colapsado e incluso algunas alcantarillas sin protección (rejillas), con respecto a los equipos y accesorios, se encontró reparaciones inadecuadas. Por otra parte, los puntos de toma de muestra microbiológica poseen fugas y desgaste.

En cuanto a la dosificación de productos de limpieza, no se cumple la normativa establecida por la empresa, debido a: error humano en la dosificación y falta de un sistema automatizado de aditivo de soluciones, por otra parte no existe supervisión durante el turno nocturno. Otra falla encontrada en el departamento de filtración es no mantener la temperatura requerida de la solución de limpieza (soda caustica), debido a que el calentador está inhabilitado. Así mismo se encontraron puntos muertos en los departamentos de cocimiento y fermentación lo que trae como consecuencia que sea ineficiente la limpieza del CIP.

Una vez analizados los diferentes factores que afectan la calidad microbiológica de la cerveza se aplicó el Ciclo PHVA, obteniendo los siguientes resultados: se lograron eliminar algunos puntos muertos, se corrigieron las anomalías encontradas en los diferentes puntos de toma de muestra microbiológica, se creó una rutina de limpieza eficiente en el departamento de cocimiento y se corrigieron las reparaciones inadecuadas.

Se propone un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, basado en el ciclo PHVA para cada departamento, donde se tomó en cuenta todas las actividades que no se llevaron a cabo en el periodo de pasantías y se incluyó otra actividad en el



departamento de cocimiento como resultado de las evaluaciones realizadas en las diferentes fases del ciclo.

### Recomendaciones

De las conclusiones obtenidas en este trabajo, se desprenden las siguientes recomendaciones en base a las acciones propuestas en el plan de acción:

- Cumplir con los procesos de limpieza estandarizados.
- Implementar talleres de concientización y motivación al personal que labora en el área.
- Establecer rutinas de mantenimiento preventivo a los equipos del área.
- Mejorar las condiciones ambientales de las áreas
- Implementar un sistema automatizado de dosificación y ajuste de soluciones de limpieza.
- Incluir supervisión en los diferentes turnos del área de procesos
- Crear una cultura de mejoramiento continuo a todos los integrantes del área.
- Mejorar la comunicación entre técnicos y operarios con sus supervisores y gerentes.
- Comprometer a todo el personal del área para reporten a brevedad las fallas que se presenten en la rutina del trabajo
- Seguir ejecutando el plan de acción asignado a cada departamento

## REFERENCIAS

- Acero, M (2008). *La Cadena de la Calidad Cliente/proveedor*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.gestiopolis.com/recursos3/docs/ger/diagraca.htm>[Consulta: 2011, Octubre 23]
- Aguiar, S. (2002). *Integracao das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. Editora de Desenvolvimento Gerencial (INDG). Brasil.
- Bravo, G (2005). *Diseño de un Plan de Mantenimiento basado en la Norma Venezolana Covenin 3049-96 para una Empresa Procesadora de Alimentos para Consumo Humano*. Universidad Yacambú. Barquisimeto, Venezuela.
- Burgos, F (2006). *Calidad, Productividad, Ingeniería de Métodos*. 4ta. Edición.
- CODEX Alimentarius (1997). *Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos*.
- Cordova, M. (2009). *Análisis de Fallas de los Sellos Mecánicos en las Bombas de Proceso de una Planta Cervecera*. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Oriente. Venezuela.
- Deming, E. (1996). *Calidad, productividad y Competitividad*. Editorial Diaz Santos.
- Falconi, V. (1994). *TQC: Control de la Calidad Total (al estilo japonés)*. Fundación Cristiano Otón. Bello horizonte. Brasil.
- Fidias, A. (1999). *El Proyecto de Investigación*. Editorial Episteme. Venezuela.
- Galvano, M. (2007). *Exploración del uso de Agente antimicrobianos Naturales y de Campos Eléctricos Pulsantes para el Control de Bacterias Contaminantes durante el Proceso de Elaboración de Cerveza*. Revista Argentina de Microbiología.
- Grossman, H. (1974). *Grossman's Guide to Wines, Spirits, and Beers*. 5ta Edición. Editorial Charles Scribner's Sons. N.Y. (EUA).
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. Mexico, D.F.
- Harrington (1993). *Mejoramiento de los Procesos de la Empresa*.

- Hernández, S. (1991). *Metodología de la investigación*. 3era Edición. Editorial McGraw Hill. México.
- Hughes P.S y Baxter E.D. (1993). *Cerveza, Calidad, Higiene y Características nutricionales*. La Edición. Ed. Acribia. Zaragoza (España).
- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la investigación holística*. IUTP. Sypal. Caracas.
- Imai, M. (1999). *La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Juran, J. (1995). *Análisis y Planeación de la Calidad*. México. Editorial McGraw-Hill.
- Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (MTG)* de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 1998).
- Normas Consolidadas AIB INTERNACIONAL, (2009). *Aseguramiento Microbiológico en Plantas de Alimentos*.
- Norma Manual del Ingeniero de Alimentos* (2007). D'Vinni Ltda. Colombia
- Norma Venezolana COVENIN 3340-1997 *Requisitos que deben cumplir las bebidas alcohólicas tanto de fabricación nacional como las importadas*.
- Norma Venezolana COVENIN 91-2002. *Requisitos de la bebida denominada cerveza, tales como materia prima, tipo de levadura a emplear y demás características*.
- Norma Venezolana COVENIN 1923-88. *Características mínimas que deben cumplir los envases metálicos de dos piezas, destinadas a contener cervezas y bebidas carbonatadas*.
- Norma Venezolana COVENIN 1922-85. *Características mínimas que deben cumplir los envases de vidrio, retornables, destinados a contener cervezas, bebidas carbonatadas y no carbonatadas*.
- Pascual, M., Calderon, V. (2000). *Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas*. España
- Pérez, A. (2012). *Determinar una estrategia para Mejorar la Calidad Intrínseca del Producto basada en la Filosofía del Mejoramiento Continuo y la Gestión de la Rutina, empleando como Metodología el ciclo PHVA*. Trabajo de grado no publicado. UNEXPO Barquisimeto, Venezuela.

- Pessoa, G. (2007). *Círculos de Controle de Qualidade como Instrumentos de Gestao Participativa e Emocional*. Artículo. Instituto de Desenvolvimento gerencial (INDG). Brasil.
- Puente, (2006). [Documento en línea]. Disponible: <http://www.eppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigación.htm> [Consulta: 2012, Agosto 25].
- Ramírez, P. (2004). *Detección por la Contaminación de Bacterias Lácticas en Cerveza tipo Ale elaborada por la Compañía Cervecería Kunstmann S.A.* Trabajo de grado no publicado. Universidad Austral. Chile.
- Rubio, J. (2005). *Manual para la Formación de Nivel Superior en Prevención de Riesgos Laborales*. España Ediciones Díaz de Santos.
- Sabino, C. (2003). *El Proceso de la Investigación*. Editorial Brunge. Argentina.
- Satau, T. (2003). *Construcción del Marco Teórico, Formulación de los Objetivos y Elección de la Metodología*. Colección de artículos. Biblioteca Virtual.
- Senai, (2000). *Nociones Básicas de Qualidade Total. Unidade de Estudio 3. Vivendo a Qualidade*. 5ta Edicao. Rio de Janeiro – Brasil.
- Tamayo y Tamayo, M. (1987). *El Proceso de Investigación Científica*. 2da Edición. Editorial Limusa. México.
- Wals De La Fuente, J. (1999). *Evaluación de un Proyecto de Inversión para la Instalación de una Microcervecería en México*. La Edición. Trabajo de tesis. Ciudad de México.