



# ESPOL

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

**Departamento de Ciencias químicas y ambientales**

"Aumentar el tiempo de retraso de los antioxidantes (LAGTIME) de la cerveza nacional aplicando la técnica "Resonancia de espín electrónico"

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO QUÍMICO.**

**PRESENTADO POR:**

**ANDREA PAOLA NARANJO ORTIZ**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darnos salud y fuerzas para alcanzar nuestras metas sin nunca desistir.

Agradezco a mi familia que me ha brindado de su apoyo para seguir adelante desde el momento que empezó mi formación académica.

Gracias a mis amigos y a mi tutor del proyecto Ing. Xavier Villacís por su constante apoyo.

Agradezco al Dr. Raumar Loo y la Ing. Cecilia Zambrano gerentes del área de elaboración y calidad respectivamente en la empresa Cervecería Nacional, por permitirme realizar este proyecto como precedente para la obtención de mi título. Al igual que todos los que me ayudaron y enseñaron durante mis pasantías.

De todo corazón, muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a Dios, por permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi vida.

Dedico mis esfuerzos en el desarrollo del presente proyecto a mis padres por brindarme de su amor, dedicación y sacrificio durante tantos años, gracias a su apoyo he logrado alcanzar una de mis grandes metas.

Son ejemplo de grandes personas, y me enorgullezco de que sean los pilares de mi vida, mis padres.

## **DECLARACION EXPRESA**

"La responsabilidad del contenido de este proyecto nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL."

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Andrea Paola Naranjo Ortiz.

## TRIBUNAL GRADUACION

---

Ing. Pablo Tejada

---

Ing. Xavier Villacís

---

Dra. María de Lourdes Mendoza

## RESUMEN

Este proyecto fue desarrollado en una empresa nacional productora de bebidas alcohólicas, subsidiaria de la segunda cervecera mundial a partir del año 2005. Orientados en brindar productos de primera calidad a nivel nacional e internacional.

La empresa se caracteriza por una cultura de excelencia operativa, y la elaboración de productos de alta calidad. Por lo que se maneja el CPI (consumer Predictive Index) que es una metodología de medición que predice la calidad de la cerveza desde el punto de vista del consumidor.

La calidad de la cerveza en cuanto a estabilidad, se cuantifica con el FSI % (Flavor stability index) que es la evaluación de Resonancia de spin electrónico el cual mide el Lag Time o tiempo de retraso en minutos expresado en % de la marca”.

Se utilizará la técnica “Electron spin resonance” (ESR), que nos ayudara a obtener el tiempo en minutos de la vida útil de la cerveza (Es decir el tiempo total en que la cerveza pierde su frescura), en producto terminado. Sin embargo, estos resultados han venido disminuyendo afectando la calidad de la cerveza.

Una vez establecido el problema se inicia la implementación de un método Kaizen de mejora continua para el área de calidad y elaboración con el objetivo de identificar y medir las variables que afectan al métrico principal %FSI

El método Kaizen se caracteriza por definir la situación actual, analizar la información, incorporar mejoras y finalmente controlar los procesos existentes. Utilizando herramientas de gestión de calidad y control estadístico.

Con la implementación del método KAIZEN, la empresa nacional busca aumentar el indicador FSI (Flavor stability index), que forma parte esencial de los estándares de calidad de la cerveza nacional.

**Palabras claves:** *Técnica Resonancia Paramagnética electrónica, Trasiego, diseño experimental, Indicador FSI, Método Kaizen, Mejora continua*

## ABSTRACT

This project was developed in a production of alcoholic beverages national company, a subsidiary of World brewing since 2005. Focused on providing quality products at national and international level.

The company is characterized by a culture of operational excellence, and the development of high quality products. So the CPI (consumer Predictive Index) which is a measurement methodology that predicts the quality of the beer from the consumer standpoint is handled.

The quality of beer in stability, is quantified with FSI % (Flavor stability index) which is the evaluation of electron spin resonance which measures Lag Time in minutes expressed in% of the brand. "

technical " Electron spin resonance " (ESR), which will help us get the time in minutes of the life of the beer will be used (ie the total time the beer loses its freshness) in the finished product. These results have been declining affecting the quality of the beer.

Once the problem is identified, we began implementing a Kaizen method of continuous improvement to the quality and production area in order to identify and measure the variables that affect the main metric FSI %

In short, The Kaizen method will help us achieve our goal which is, to raise the FSI (Flavor stability index) indicator, which is an essential part of the quality standards of domestic beer.

**Keywords:** *electron paramagnetic resonance technique, Racking, experimental design, Indicator FSI, Kaizen Method, Continuous Improvement.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	III
ABREVIATURAS .....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	X
INDICE DE TABLAS .....	XI
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCION .....	1
1.1. Mapa de Ubicación.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General .....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	5
CAPITULO II.....	6
2. MARCO TEORICO.....	6
2.1. Oxidación de la cerveza .....	6
2.2. Estabilidad de la cerveza.....	7
2.3. Estabilidad sensorial .....	7
2.4. Radicales libres.....	7
2.5. Teoría de los radicales libres y el envejecimiento .....	9
2.6. Factores que pueden generar radicales libres.....	12
2.7. Aspecto teórico del equipo ESR (Espectroscopia de resonancia de spin del electrón) .....	12
2.8. Principio de la técnica “Espectroscopia de resonancia de spin del electrón” (ESR) .....	14
2.9. Lagtime.....	18
2.10. Método de cálculo de Lagtime % (indicador FSI).....	20
2.11. T-150.....	21
CAPITULO III.....	23
3. MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ESR.....	23
3.1. Salud y seguridad .....	23
3.2. Equipos de protección personal en una industria alimenticia.....	25
3.2.1. Cabeza .....	25

3.2.2.	Extremidades.....	26
3.2.3.	Ojos y nariz.....	26
3.3.	Materiales, Equipos.....	26
3.3.1.	Equipos.....	26
3.3.2.	Materiales.....	27
3.4.	Reactivos .....	28
3.5.	Preparación de Reactivos .....	29
3.5.1.	Preparación de 4-OH Tempol Soluciones de Calibración.....	29
3.5.2.	Preparación del PBN.....	32
3.5.3.	Muestra de referencia .....	32
3.6.	Métodos y procedimientos .....	33
3.6.1.	Ensayo de LAGTIME.....	33
3.6.2.	Ensayo de T-150.....	34
3.7.	Procedimiento de limpieza del e-scan ESR .....	34
3.7.1.	E- SCAN.....	35
3.8.	Funcionamiento del Software ELBA .....	36
3.9.	Muestreo de la cerveza.....	47
3.10.	Diagrama de toma de muestras .....	50
3.10.1.	Toma de muestra para análisis de ESR en cocina.....	50
3.10.2.	Toma de muestra para análisis de ESR en proceso Mosto Frio.....	51
3.10.3.	Toma de muestra para análisis de ESR en proceso SV – FV – BBT .....	52
CAPITULO IV .....		53
4.	METODO KAIZEN .....	53
4.1.	Evaluación de Problemas.....	53
4.2.	Identificar el Problema .....	55
4.3.	Subdividir el Problema .....	62
4.4.	Análisis Causa Raíz .....	70
4.5.	Cuantificar la Meta.....	72
4.6.	Planificación.....	73
4.7.	Diagrama de Gantt .....	74
4.8.	Actividades realizadas .....	76
4.8.1.	Fase cocimiento .....	76
4.8.2.	Fase trasiego .....	78
4.9.2.1	Fermentación.....	79
4.9.2.2	Maduración .....	81

4.9.2.3	Sistema de trasiego actual.....	81
4.8.3.	Verificar la correcta desinfección del CIP en las líneas de trasiego, FV y SV .....	86
4.8.3.1.	Pruebas químicas.....	87
4.8.3.2.	Pruebas microbiológicas.....	88
4.8.4.	Aseguramiento de la purga de tanques FV Y SV cada 24 horas.....	88
CAPITULO V	.....	90
5.	RESULTADOS.....	90
5.1.	Registro de los mostos en fase térmica (COCINA) Actualizados. ....	90
5.2.	Resultados de tablas y gráficos T-150 .....	91
5.3.	Resultados de la desinfección en los tanques FV, SV y líneas de trasiego. ....	97
5.3.1.	Resultados químicos .....	97
5.3.2.	Resultados microbiológicos.....	99
5.4.	Indicadores del %FSI Mejorados (Oct-Nov-Dic).....	101
5.5.	SOP Actualizado.....	107
5.6.	Histogramas.....	109
5.7.	Meta alcanzada .....	112
5.8.	Análisis de resultado .....	112
CAPITULO VI	.....	114
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	114
6.1.	Conclusiones .....	114
6.2.	Recomendaciones .....	115
BIBLIOGRAFIA	.....	116
APENDICES	.....	117
APÉNDICE A	.....	118
APÉNDICE B	.....	123
APÉNDICE C	.....	132
APÉNDICE D	.....	134

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FCNM	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas
ESR	Electron Spin Resonance
EPR	Resonancia Paramagnética electrónica
FSI	Flavor Stability Index
CPI	Consumer Predictive Index
OMS	Organización Mundial de la Salud
CIP	Clean in Place
ROS	Especies Reactivas de Oxígeno
TK FV	Tanques de Fermentación
TK SV	Tanques de Maduración
PBN	N- terc -butil- $\alpha$ - fenilnitrona
BBT	Bright Beer Tanks
EPPs	Equipos de Protección Personal
PCA	Aerobic plate count
AMF	Arbuscular Mycorrhizal fungi
NBBA	Nocive Brewers Bacteria agar
MNPC	Muy numerosos para contar
UFC	Unidades Formadores de Colonias

## SIMBOLOGÍA

$h$	Constante de Planck
$g$	Factor de Landé
$\beta$	Magnetón de Bohr
$\nu$	Frecuencia
$H$	Campo Magnético
$E$	Energía
mg	Miligramos
rpm	Revoluciones por minuto
$\mu m$	Micrómetros
ml	mililitros
A	Absorbancia
C	Concentración Molar
L	Longitud del paso óptico
nm	Nanómetros
M	Moles
cm	Centímetros
$\mu M$	Micromoles
cc	Centímetros cúbicos
hl	Hectolitros
ufc	Numero de colonias

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1-1. Mapa de ubicación del proyecto.....	2
Figura 2.1-1. Reacción de radicales en la cerveza y mosto .....	7
Figura 2.4-1. Formación de radicales libres.....	9
Figura 2.4-2. Formación de radicales libres en cerveza almacenada.....	9
Figura 2.5-1. Efecto de los radicales libres en una célula normal.....	10
Figura 2.5-2. Función de antioxidantes en las células .....	11
Figura 2.7-1. Diferencia de energía en un campo magnético .....	13
Figura 2.8-1. Reacción de captura de un radical libre con PBN "Spin Trap" .....	14
Figura 2.8-2. Representación del proceso que toman los radicales libres al ingresar al equipo ESR .....	15
Figura 2.8-3. Ilustración del efecto del campo magnético en la orientación del espín del electrón adicional de un radical .....	16
Figura 2.8-4. Muestra la absorción de energía por un radical en el momento que la intensidad del campo magnético varia. La intensidad es una medida de la concentración de los radicales .....	17
Figura 2.8-5. (a-b) El espectro del PBN en el inicio (2.8-5 a) y después de un periodo de incubación a 60°C cuando la señal de la PBN ha aumentado (2.8-5 b). Las alturas de pico a pico se expresan como unidades de intensidad y se calibran en contacto con los estándares 3 y 4uM Tempol .....	18
Figura 3.8-1. Paso 1- Pantalla de inicio de sesión.....	36
Figura 3.8-2. Paso 2- Condiciones de los estándares de soluciones tempol.....	38
Figura 3.8-3. Paso 3 Seleccionar "Nueva medición" .....	39
Figura 3.8-4. Paso 4 Se ingresa automáticamente el nombre del siguiente análisis.....	40
Figura 3.8-5. Paso 5 - Seleccionar el tipo de ensayo .....	41
Figura 3.8-6. Paso 6-Introduccion del nombre de cada muestra .....	42
Figura 3.8-7. Paso 7-Ventana de confirmación de datos de las muestras.....	43
Figura 3.8-8. Paso 8- Ventana de tiempo de incubación .....	44
Figura 3.8-9. Paso 9- Scan listo para el análisis.....	45
Figura 3.8-10. Paso10 Espectro del PBN .....	46
Figura 3.8-11. Paso 11 Resultados de Lagtime.....	47
Figura 5.3-1. Verificación de ausencia de reactivos .....	97
Figura 5.3-2. Ausencia de ácido en el minuto 5 después de titular con naranja de metilo .....	98
Figura 5.3-3. Ausencia de soda en el minuto 5 después de titular fenolftaleína .....	98

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 2.9-1. Grafica de Lagtime.....	20
Grafico 2.11-1 Grafico T-150 .....	22
Grafico 4.2-1. Carta de control, AMARILLA.....	57
Grafico 4.2-2. Carta de control-MR, AMARILLA .....	57
Grafico 4.2-3. Carta de control, I – CAFÉ .....	59
Grafico 4.2-4. Carta de control- MR, CAFÉ .....	59
Grafico 4.2-5. Carta de control-I, VERDE .....	61
Grafico 4.2-6. Carta de control- MR, VERDE .....	61
Grafico 4.3-1. T-150, AMARILLA.....	64
Grafico 4.3-2. T-150, CAFÉ .....	66
Grafico 4.3-3. T-150, VERDE .....	68
Grafico 4.4-1. Efectos de la fermentación en los valores de T-150 .....	70
Grafico 4.4-2. Altos valores de T-150 en trasiego .....	71
Grafico 4.5-1. Objetivo propuesto .....	72
Grafico 5.2-1. Disminución de Intensidades, AMARILLA.....	92
Grafico 5.2-2. Disminución de Intensidades, CAFÉ.....	94
Grafico 5.2-3. Disminución de Intensidades, VERDE .....	96
Grafico 5.4-1. Incremento del Indicador %FSI representado por la carta de control -I, AMARILLA.....	102
Grafico 5.4-2. Disminución de la variabilidad representado por la carta de control -RM, AMARILLA.....	102
Grafico 5.4-3. Incremento del Indicador %FSI representado por la carta de control -I, CAFÉ .....	104
Grafico 5.4-4. Disminución de la variabilidad representado por la carta de control -RM, CAFÉ .....	104
Grafico 5.4-5. Incremento del Indicador %FSI representado por la carta de control -I, VERDE .....	106
Grafico 5.4-6. Disminución de la variabilidad representado por la carta de control -RM, VERDE .....	106
Grafico 5.6-1. Histograma, AMARILLA .....	109
Grafico 5.6-2. Histograma- CAFÉ .....	110
Grafico 5.6-3. Histograma, VERDE .....	111
Grafico 5.7-1. Objetivo alcanzado .....	112

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1-1 Identificación de los principales riesgos laborales y de seguridad involucrados en el manejo y toma de muestras del equipo ESR .....	23
Tabla 3.4-1 Descripción de los reactivos .....	29
Tabla 3.5-1 Valores objetivos de tiempo.....	31
Tabla 3.9-1. Puntos Sugeridos de muestreo .....	49
Tabla 4.1-1. Evaluación de Problemas .....	54
Tabla 4.2-1. Indicador % FSI del primer cuartil del F16 (2015) – Marca Amarilla.....	56
Tabla 4.2-2 Indicador %FSI del primer cuartil del F16 (2015)- Marca Café.....	58
Tabla 4.2-3. Indicador %FSI del primer cuartil del F16 (2015), Marca Verde .....	60
Tabla 4.3-1. Intensidades T-150, Marca AMARILLA .....	63
Tabla 4.3-2. Intensidades T-150, CAFÉ .....	65
Tabla 4.3-3. Intensidades T-150, VERDE.....	67
Tabla 4.3-4. Promedio de intensidades T-150 según SABMILLER .....	69
Tabla 4.6-1. Planificación de actividades.....	73
Tabla 4.8-1. Registro de control de la fase térmica .....	76
Tabla 4.8-2. Registro de mostos con mayor tiempo de fase térmica .....	77
Tabla 4.8-3. Parámetros de control – Fases de elaboración de cerveza.....	80
Tabla 4.8-4. Mejoras en el proceso de Trasiego .....	85
Tabla 4.8-5. Receta actual para el CIP de FV-SV .....	86
Tabla 4.8-6. Receta actual para la línea de trasiego .....	87
Tabla 5.1-1. Registro de los mostos en fase térmica.....	90
Tabla 5.2-1. Resultados T-150, AMARILLA.....	91
Tabla 5.2-2. Resultados T-150, CAFÉ.....	93
Tabla 5.2-3. Resultados T-150, VERDE .....	95
Tabla 5.3-1. Pruebas de desinfección de agua enjuague.....	98
Tabla 5.3-2. Resultados de las siembras micro-biológicas del CIP en los tanques FV y SV.....	99
Tabla 5.3-3. Resultados microbiológicos para el Cip de líneas de trasiego.....	100
Tabla 5.4-1. Indicador % FSI mejorado, AMARILLA.....	101
Tabla 5.4-2. Indicador % FSI mejorado, CAFÉ.....	103
Tabla 5.4-3. Indicador % FSI mejorado, VERDE .....	105
Tabla 5.6-1. Datos de frecuencia relativa marca amarilla.....	109
Tabla 5.6-2. Datos de frecuencia relativa marca café.....	110
Tabla 5.6-3. Datos de frecuencia relativa marca VERDE .....	111
Tabla 6.1-1. Promedios actuales de intensidades.....	114

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCION

La cerveza ha sido una de las bebidas más consumidas a lo largo de la historia y en determinadas culturas forma parte de la dieta humana, por lo que, en los últimos años, las cerveceras del mundo se han preocupado considerablemente por la estabilidad de su sabor y calidad. (Jorge E. Muñoz Bravo, R. M. García, Miguel J. Espitia R., O. Almanza, 2009)

La estabilidad del sabor de la cerveza, es considerada como el mayor reto para la calidad en la industria cervecera, es de suma importancia con el fin de cumplir con las expectativas de los consumidores. De hecho, se puede producir una variedad de cambios en la composición durante su elaboración y almacenamiento, ya sea por la formación y / o reacciones de degradación, resultando en la pérdida del sabor de la cerveza.

Los factores que afectan el envejecimiento de la cerveza, se encuentran estrechamente conectados a la degradación del sabor, estos se puede dividir en factores intrínsecos, como el contenido de oxígeno, el contenido de antioxidantes, pH excesivamente bajo y tipo de levadura (la levadura no produce suficientes Antioxidantes y libera productos de la oxidación) ; factores extrínsecos, tales como envase, temperatura, luz, inyección de CO<sub>2</sub>, filtración y finalmente el proceso de TRASIEGO (Proceso en el que la cerveza verde pasara a su etapa de maduración).

## 1.1. Mapa de Ubicación

La ejecución de este proyecto será realizada en el área de calidad que forma parte de una empresa productora de bebidas ubicada en la ciudad de Guayaquil.



**Figura 1.1-1. Mapa de ubicación del proyecto**

FUENTE: (Google maps, 2016)

## 1.2. Planteamiento del problema

El principal problema que toda empresa de alimentos enfrenta es poder brindar un producto de calidad logrando la satisfacción del consumidor.

La empresa en donde se desarrollará nuestro proyecto, presenta la necesidad de mejorar uno de los indicadores de calidad de la cerveza.

El “Consumer predictive Index” (CPI) es una metodología de medición que predice la calidad de la cerveza desde el punto de vista del consumidor.

El CPI se compone de 3 parámetros perceptibles a los consumidores, que son:

1. Sabor,
2. Claridad y
3. Espuma.

En el primer parámetro, Sabor, se encuentra el indicador “FSI” (flavor stability index) que es la evaluación de Resonancia de spin electrónico el cual mide el Lag Time en minutos expresado en % de la marca”.

El objetivo mínimo que establece de este indicador para todas sus marcas es de 100 minutos es decir 67%.

En el periodo F15, obtuvimos valores promedio de 68,10% en el indicador FSI, es decir un tiempo de retraso de 102 minutos, cumpliendo con la meta propuesta de 68,04%.

Por lo tanto, para el F16 nuestro objetivo es aumentar el tiempo de retraso a 104 minutos en producto terminado para sus tres marcas principales. Es decir, obtener un 69,33 % en el indicador FSI

Sin embargo, en los 3 primeros meses del Periodo F16 (abril, mayo y junio), se ha observado un decrecimiento alarmante en el indicador de FSI, dando lugar a la implementación del método KAIZEN para identificar las posibles variables que estén afectando el proceso y así poder cumplir con la meta establecida.

El promedio del indicador %FSI en el primer cuartil del F16 (abril, mayo y junio) es de 51.93%.

### **1.3. Justificación**

Ecuador se ubica en el noveno país de Latinoamérica en ingerir la mayor cantidad de alcohol según, la Organización Mundial de la Salud (OMS). El

consumo promedio anual de cerveza para un ecuatoriano es de 27 litros. Por lo que existe un crecimiento anual del 11% en el mercado cervecero.

Guayaquil es la ciudad de mayor consumo, con el 55,8% del total. Le sigue Quito, muy lejos, con el 7,2% del consumo nacional. El resto de provincias de la Costa consume el 21,6% y las demás provincias de la Sierra llegan al 5,4% del consumo interno del país. [6]

El aumento del consumo de cerveza en Ecuador, implica mayor competencia en el área de ventas de nuestras marcas. Esto nos lleva a brindar un producto que logre la satisfacción completa hacia nuestros consumidores. Por lo cual, en el año 2000, el FSI fue introducido como el indicador de medición para conocer el tiempo de retraso que tiene la cerveza hasta llegar a su envejecimiento, es decir pérdida de frescura.

Este indicador es fundamental para lograr ubicar a la empresa en un puesto más alto a nivel internacional, así como también nos ayuda a ser la empresa con un nivel de calidad único en el país.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Igualar y superar el Indicador FSI, es decir aumentar el tiempo de retraso (Lagtime) de la cerveza nacional evaluando los factores del proceso utilizando el método KAIZEN y analizando la cerveza mediante la técnica ESR.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterización de curvas de T-150 de las marcas amarilla, café y verde partiendo desde fases de Cocina hasta obtener Lagtime en Producto Terminado.
- Evaluar la técnica de ESR para la realización del análisis.
- Evaluar los efectos de emborrachamiento de SV y empuje de FV.
- Evaluar los efectos purga de línea de trasiego con CO<sub>2</sub> y velocidad de trasiego.
- Monitorear la purga de tanques SV cada 24 horas.
- Realizar las modificaciones necesarias en el procedimiento de trasiego para asegurar el cumplimiento de los indicadores de calidad.
- Asegurar la desinfección en los tanques FV-SV y líneas de trasiego, mediante las muestras de enjuague finales.
- Controlar los tiempos térmicos para los mostos en la fase de cocimiento.
- Estandarizar el proceso de Trasiego.

# CAPITULO II

## 2. MARCO TEORICO

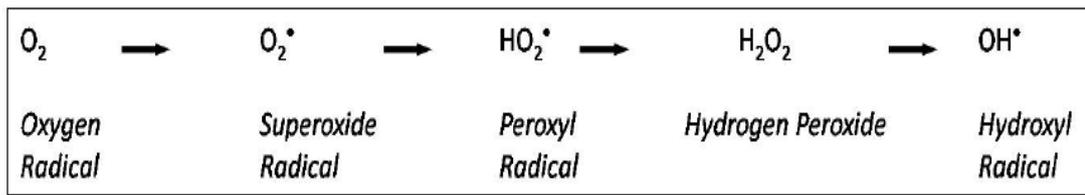
### 2.1. Oxidación de la cerveza

La cerveza es muy susceptible a la oxidación, conduciendo a la formación de compuestos que provocan el envejecimiento de la cerveza. Esto reduce su vida útil y atractivo para el consumidor. Para mejorar la estabilidad de la cerveza, se pueden llevar a cabo mejoras en los procesos / optimizaciones. Para medir el efecto de este tipo de intervenciones, los cerveceros requieren una rápida retroalimentación.

Normalmente las pruebas de vida útil podrían tomar varias semanas para completar; por lo tanto, su opinión sobre si la intervención fue positivo o negativo no es inmediata. Mediante el uso de resonancia de spin electrónico, es posible medir y obtener la respuesta en 3 horas y para establecer si la causa y el efecto se pueden correlacionar. Sin embargo, esto no significa que la actividad de catado de la cerveza se debe descuidar. Una vez que se implementa la mejora de procesos, sus efectos deben ser confirmados con degustación convencional.

Para entender más a fondo sobre el análisis con la técnica “Resonancia de espín electrónico” explicaremos cuales son las reacciones que producen el envejecimiento en la cerveza a partir del oxígeno molecular.

A continuación, se establece la reacción de los radicales al ser medidos en mosto y cerveza:



**Figura 2.1-1. Reacción de radicales en la cerveza y mosto**

**FUENTE:**(Flavor stability by ESR, 2011)

## 2.2. Estabilidad de la cerveza

Se define como el grado de resistencia que el producto tiene, condicionado a:

- Su naturaleza química (proceso de fabricación)
- La interacción con factores externos.

El producto puede presentar cambios fisicoquímicos, biológicos y sensoriales

## 2.3. Estabilidad sensorial

Una vez la cerveza es envasada, su estabilidad del sabor decrece con el tiempo, por:

- Factores internos: presencia de oxígeno y metales
- Factores externos: temperatura, agitación, exposición a la radiación ultravioleta, transporte y problemas de almacenamiento

Esos factores inducen a la formación de radicales libres....

## 2.4. Radicales libres

Los radicales libres son átomos o un grupo de átomos con un electrón desapareado en una órbita exterior. Durante la filtración y almacenamiento de la cerveza, pequeñas cantidades de metales de transición como el hierro o cobre catalizarán la conversión del oxígeno molecular a lo que se conoce como "especies reactivas de oxígeno (ROS)" que son especies químicas, altamente reactivas que contienen oxígeno.

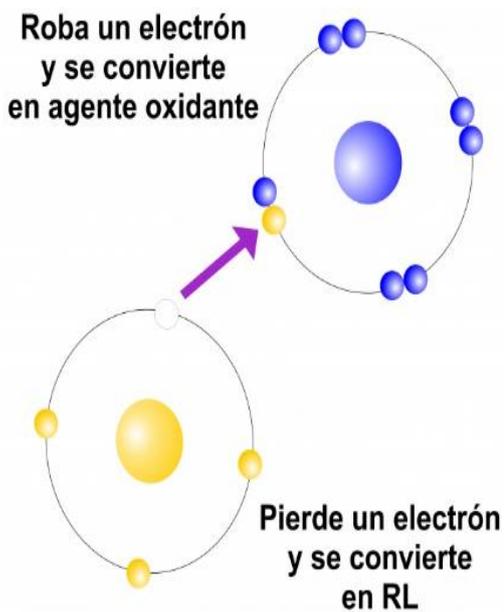
Un ejemplo de ROS es el radical hidroxilo que rápidamente oxida los componentes de la cerveza a radicales libres.

Una vez formado, son altamente reactivos y pueden iniciar reacciones auto catalíticas de modo que las moléculas a las que reaccionan son a su vez convertidos en radicales libres para propagar la cadena de daños, dando lugar a productos finales carbonilo tales como aldehídos y cetonas.

Estos compuestos carbonilo son los que provocan el sabor a "cartón" rancio de la cerveza.

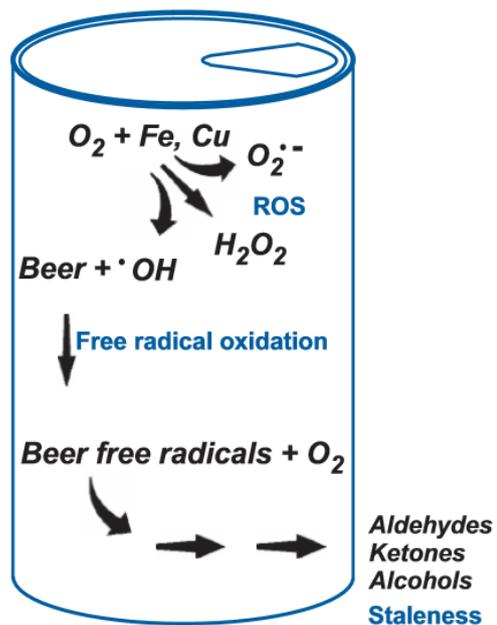
Algunos radicales libres presentes en cerveza son:

- Radical hidroxilo (HO·)
- Radical sulfidrilo (SH·)



**Figura 2.4-1. Formación de radicales libres**

FUENTE:(Torres, 2012)



**Figura 2.4-2. Formación de radicales libres en cerveza almacenada**

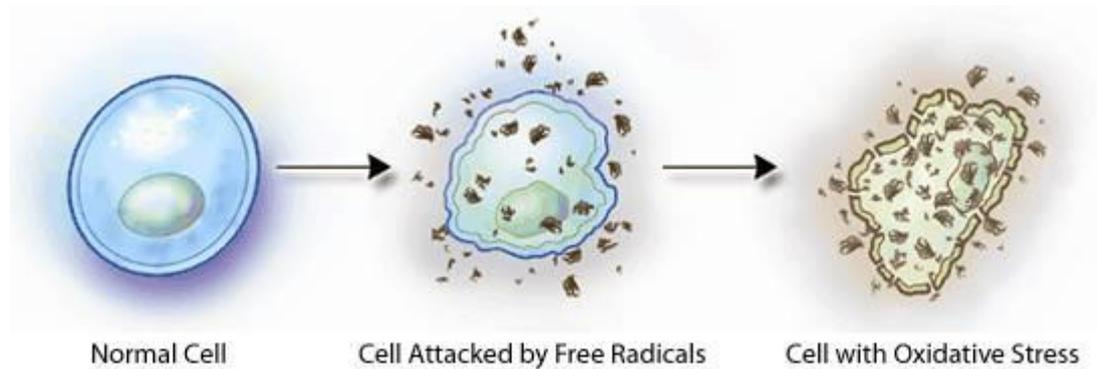
FUENTE:(BRUKER, 2014)

## 2.5. Teoría de los radicales libres y el envejecimiento

La teoría de los radicales libres propone que el envejecimiento es el resultado acumulativo de daño oxidativo a las células que se presenta principalmente como resultado del proceso aeróbico.

La interacción entre los radicales libres, antioxidantes y co-factores es importante para mantener la salud, el envejecimiento y las enfermedades relacionadas con la edad. Los radicales libres inducen estrés oxidativo, que se equilibra por los sistemas antioxidantes endógenos de diferentes células, y por la ingestión de antioxidantes exógenos. Si la generación de radicales libres es superior a los efectos protectores de los antioxidantes, esto puede causar el daño oxidativo a los componentes celulares, proceso que da lugar

a una alteración de la función celular, y finalmente la muerte.(US National library of medicine, 2001).



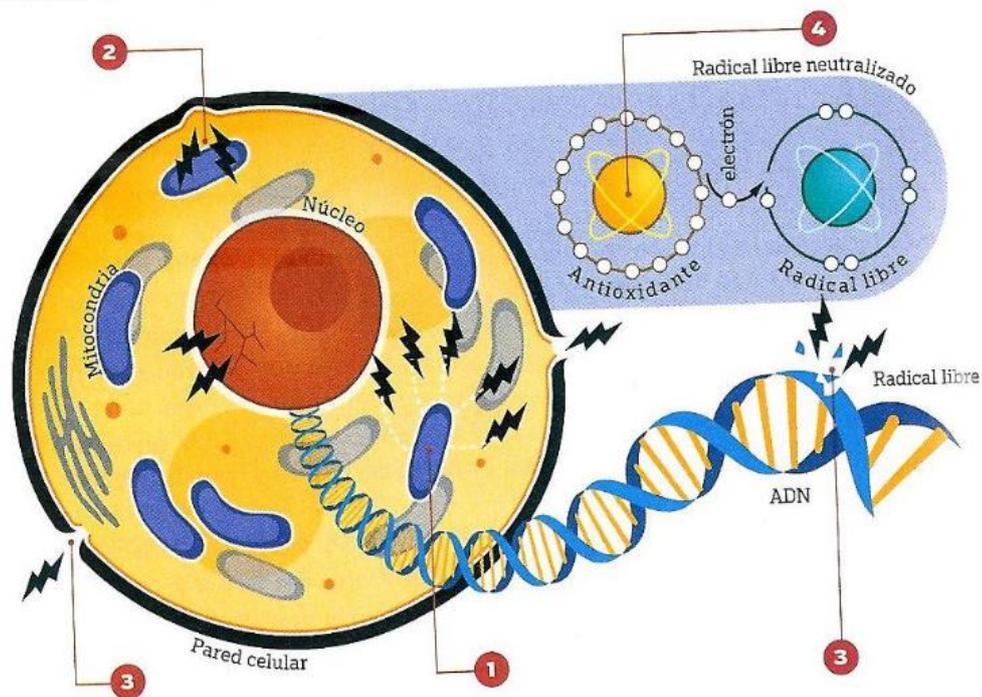
**Figura 2.5-1. Efecto de los radicales libres en una célula normal**

FUENTE: (jaconello, 1979)

Como sabemos la cerveza es una mezcla de diferentes tipos de células, por ejemplo, las células de cebada, extracto de células de lúpulo, y células de levadura. Los mismos que contienen un número de especies Anti- oxidante, ácido de lúpulo, polifenoles, ácido orgánico (ácidos ferúlico y cumárico), que actúan como defensa ante la formación de radicales libres.

La levadura produce un número de especies oxidantes, anti- SOD (superoxide dismutase), CAT (catalase), GP (glutathione per oxidase), SO<sub>2</sub> que pueden proteger contra la oxidación.

Para entender con más detalle la función de los anti oxidantes ante los radicales libres en una célula se muestra la siguiente gráfica:



**Figura 2.5-2. Función de antioxidantes en las células**

FUENTE: (Sistemas PEA, 2010)

1. *Mitocondria*: Es el encargado de generar el combustible que necesita la célula, los elementos sobrantes son liberados fuera de la célula. Estos átomos o moléculas cuentan con un electrón libre que busca otro electrón para estabilizarse, por lo que se llaman radicales libres.
2. En la mayoría de los casos, hallan el electrón necesitado en las moléculas de colesterol y oxígeno que componen la membrana celular. Desde ahí lo sustraen y corrompen la pared celular, dando origen a otro radical libre. Se genera una reacción en cadena.
3. A partir de esto, se originan agujeros que permiten el paso de los radicales libres, permitiendo el daño a otras partes de la célula.
4. Una manera de contrarrestar el origen de radicales libres y su reacción en cadena es por medio de los anti oxidantes, que son fuentes ricas de

electrones y su función es neutralizar a los radicales libres e impedir que reaccionen con células sanas.

## 2.6. Factores que pueden generar radicales libres

- Los metales generados en la cerveza
- pH excesivamente bajo
- Carga de calor excesivo (altas temperaturas)
- Tipo de levadura - la levadura no produce suficientes Antioxidantes y libera productos de la oxidación y metal si se produce la autólisis
- Control deficiente de oxígeno
- La presencia de esterilizantes

## 2.7. Aspecto teórico del equipo ESR (Espectroscopia de resonancia de spin del electrón)

La técnica ESR, mide la cantidad de energía  $\Delta E$  que toman los electrones desapareados o paramagnéticos en un campo magnético  $H$ , midiendo la absorción de microondas  $V$ , para los momentos dipolares magnéticos de espín y orbitales. La condición de resonancia está dada por la ecuación:

$$hV = g_e \beta H_r \quad (\text{Ecu - 1})$$

Donde:

$$h = \text{Constante de Planck} = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$g = \text{Factor de Landé} = 2.0023 \text{ para electrones libres}$$

$$\beta = \text{Magnetón de Bohr}$$

$\nu$  = Frecuencia de radiación electromagnética = 9 GHz

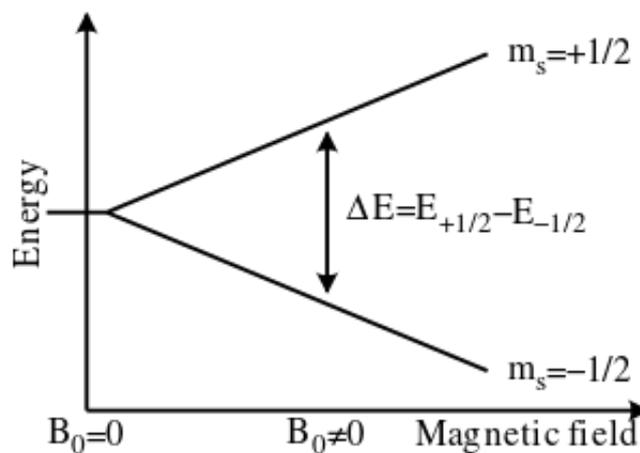
$H$  = Campo magnético

Por lo tanto, la diferencia de energía entre el estado final y el inicial del sistema están relacionados con la frecuencia de radiación a través de:

$$\Delta E = |E_f - E_i| = h\nu \quad \text{Ecuación de Planck} \quad (\text{Ecu - 2})$$

Para electrones libres desapareados.

Esta ecuación implica que la diferencia de los niveles de energía es directamente proporcional a la fuerza del campo magnético, como se muestra en el siguiente diagrama:



**Figura 2.7-1. Diferencia de energía en un campo magnético**

FUENTE: (Zavoisky)

Un electrón no apareado puede moverse entre los dos niveles de energía ya sea para absorber o emitir un fotón de energía  $h\nu$  como lo establece la condición de resonancia.

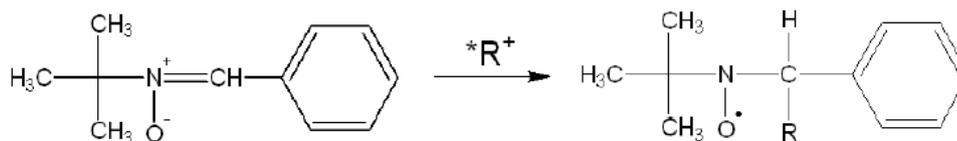
Esto significa que la ecuación  $\Delta E = h\nu$  si se cumple.

## 2.8. Principio de la técnica “Espectroscopia de resonancia de spin del electrón” (ESR)

Cuando el oxígeno se convierte en un radical Superóxido la secuencia se inicia y es muy rápida, debido a la naturaleza reactiva de los radicales. Los Superóxido, hidroxilo y peróxidos necesitan ser " atrapados " de modo que puedan ser medidos. Esto se hace usando una técnica llamada Resonancia de Spin electrónico (ESR). Se utiliza un compuesto diamagnético para capturar los radicales libres, llamado N - terc -butil-  $\alpha$  - fenilnitrona (PBN). La unión de estos compuestos puede ser medidos usando el equipo ESR.

La tasa de conversión de oxígeno a radicales Superóxido y posteriores es el paso limitante de la velocidad.

Para la generación de la señal, los radicales necesitan unirse con el spin-trampa como se muestra en la figura 2.8.



**Figura 2.8-1. Reacción de captura de un radical libre con PBN "Spin Trap"**

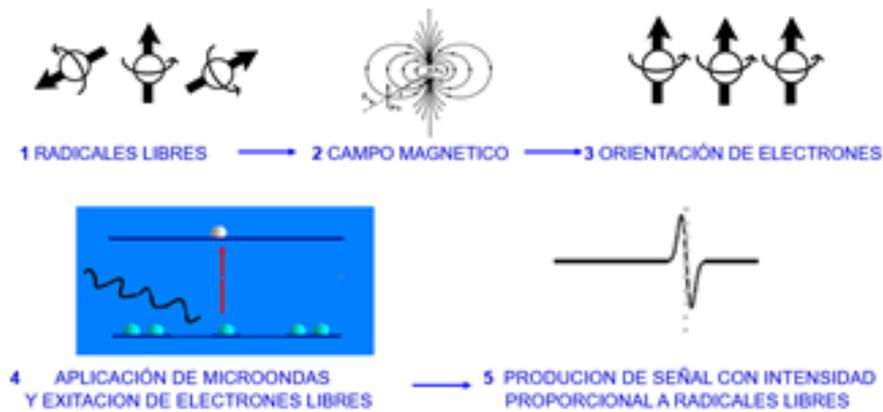
FUENTE:(Jorge E. Muñoz Bravo, R. M. García, Miguel J. Espitia R., O. Almanza, 2009)

Esta muestra se introduce a continuación en el equipo E- Scan ESR a través del inyector automático, donde se aplica un campo magnético externo que logra alinear a los electrones ya sea a favor o en contra del campo.

Posteriormente es irradiado con energía de microondas que induce al electrón a adquirir más energía, causando un paso a nivel de energía superior.

La absorción de energía por parte de los radicales libres en presencia del campo magnético, produce un cambio en la orientación del spin, generando una señal que se registra por medio de un detector (espectro de absorción).

La intensidad de la señal es proporcional a la cantidad de radicales libres presentes.



**Figura 2.8-2. Representación del proceso que toman los radicales libres al ingresar al equipo ESR**

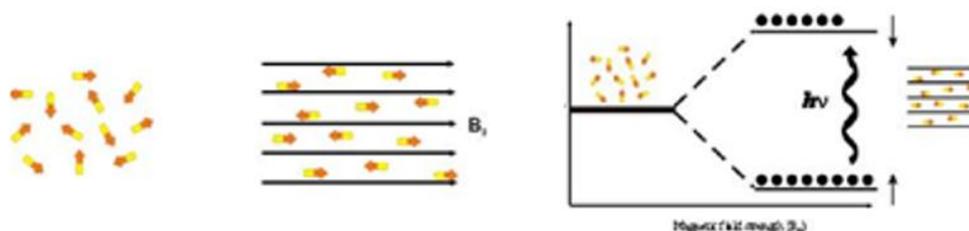
FUENTE: (SAB MILLER, 2011)

Con el E-scan ESR, la radiación de microondas se mantiene constante y el campo magnético varía. En el momento en que la energía suministrada por la radiación de microondas coincide con la energía necesaria para causar que los electrones se mueven entre un mínimo (en paralelo con el campo magnético) a un estado de alta energía (anti-paralela al campo magnético), la energía se absorbe. Este es el punto de resonancia.

En ausencia de un campo magnético externo, el momento magnético del electrón se orientará al azar

Cuando se aplica un campo externo más grande, los electrones se alinearán ya sea a favor o en contra de este campo.

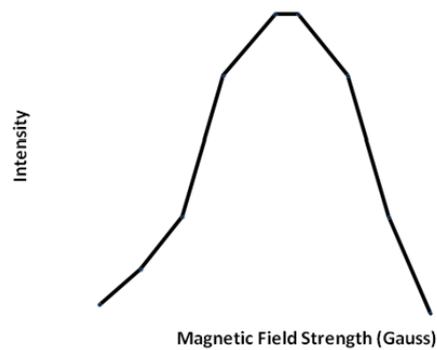
Irradiación a frecuencias de microondas se utiliza para conducir los electrones de estado paralelo al estado anti-paralelo. Lo que resulta en absorción ESR



**Figura 2.8-3. Ilustración del efecto del campo magnético en la orientación del espín del electrón adicional de un radical**

FUENTE: (GLT.QA.AM.0767, 2011)

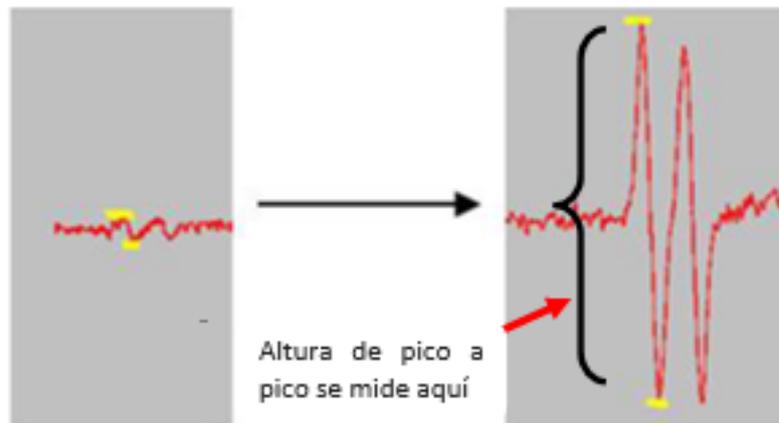
El electrón extra es atrapado, el radical es irradiado con energía de microondas. El campo magnético es muy variado y en el punto de "resonancia" del electrón, una señal es generada. La cantidad de energía adsorbida es una medida de la concentración de los radicales. Esta es el área bajo la curva mostrada en la siguiente figura. Al aumentar la concentración de radicales, el área bajo la curva aumenta también. Para crear un cálculo más preciso del área bajo la curva, los datos se convierten matemáticamente por la integración a una salida de altura de pico a pico.



**Figura 2.8-4. Muestra la absorción de energía por un radical en el momento que la intensidad del campo magnético varia. La intensidad es una medida de la concentración de los radicales**

FUENTE: (GLT.QA.AM.0767, 2011)

La integración del área bajo la curva, a una señal de altura de pico a pico se muestra en la figura 2.8-5a y 2.8-5b. El aumento en la concentración de los resultados radicales provoca un aumento en la señal de la altura de pico a pico. Esto se muestra en las figuras 2.8-5a, donde los valores iniciales son bajos y que durante el curso de la incubación de la cerveza en 60 °C generará una señal de mayor intensidad y (2.8-5b). Las lecturas de las muestras de cerveza se representan en función del tiempo de la incubación a 60 ° C.



**Figura 2.8-5. (a-b) El espectro del PBN en el inicio (2.8-5 a) y después de un periodo de incubación a 60°C cuando la señal de la PBN ha aumentado (2.8-5 b). Las alturas de pico a pico se expresan como unidades de intensidad y se calibran en contacto con los estándares 3 y 4uM Tempol**

FUENTE: (GLT.QA.AM.0767, 2011) 3

Los datos de altura de pico a pico generadas para una muestra se representan en dos formatos diferentes para análisis de ESR dependiendo de qué ensayo se realice.

El equipo e-scan ESR tiene dos ensayos disponibles:

- Lagtime (Producto Terminado)
- T150 (Proceso).

## 2.9. Lagtime

Es una medida del potencial antioxidante de la cerveza terminada, Cuanto mayor sea el lag time, habrá más antioxidantes y la cerveza puede resistir más al envejecimiento.

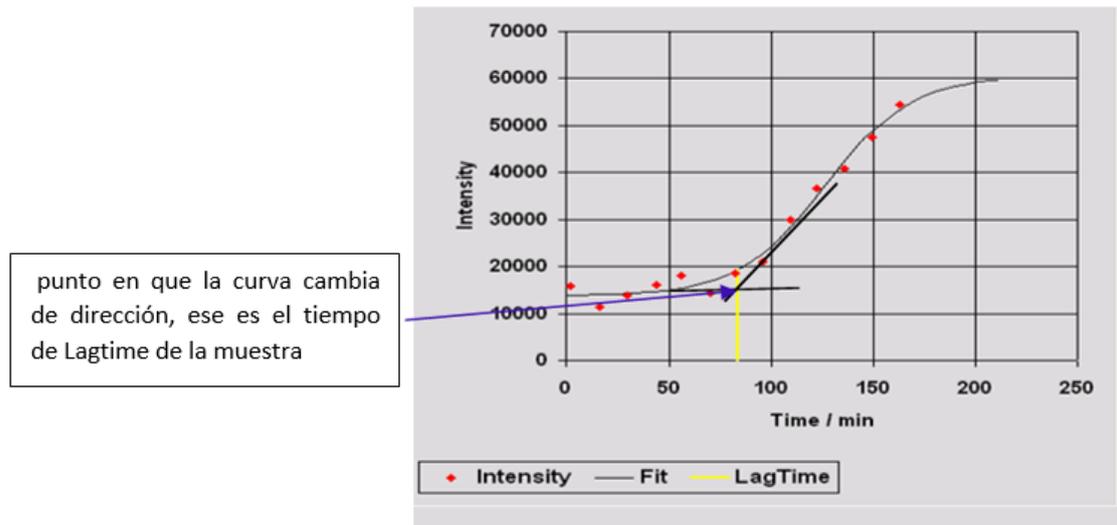
La cerveza se calienta a 60 ° C durante 150 min para forzar su oxidación y un reactivo especial llamado PBN es añadido para capturar los radicales libres.

Inicialmente, los antioxidantes en la cerveza reaccionan con los radicales libres antes de que puedan ser atrapados.

Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, los antioxidantes se agotan dando inicio a que los radicales libres reaccionen con oxígeno y se produzca los sabores rancios de la cerveza.

La acción inicial de los antioxidantes provoca un "retraso" característico en el perfil temporal de intensidad de la señal de ESR.

Es decir, LAGTIME es el punto en el cual los antioxidantes endógenos han perdido su capacidad para proteger contra la formación de radicales. El ensayo de tiempo de retardo (Lagtime) se utiliza para probar los efectos de las diversas etapas de procesamiento sobre el antioxidante definitivo contenido en una cerveza. Por ejemplo, la absorción de oxígeno en producto no acabado dentro de la fábrica de cerveza promueve oxidación y disminuye los niveles de antioxidantes. (BRUKER, 2014)



**Gráfico 2.9-1. Grafica de Lagtime**

FUENTE: (Dehrmann, 2006)

## 2.10. Método de cálculo de Lagtime % (indicador FSI)

El tiempo de retraso (LAGTIME) se expresa como un valor numérico (generalmente en el intervalo de 50 a 150), expresada a cero decimales y se expresa en minutos.

El Lagtime en porcentaje es decir los valores del indicador FSI % se calcula utilizando la siguiente ecuación,

$$= (\text{Actual ESR Lagtime} / \text{Lagtime de tabla estándar según \%malta de receta}) \times 100.$$

(La cifra se expresa como un % a un decimal.)

Lagtime de tabla estándar según \%malta de receta = 150 min

A continuación, se proporciona un ejemplo del cálculo,

Actual ESR Lagtime = 100 minutos.

Lagtime de tabla estándar según \%malta de receta = 150 minutos.

$$= (100 / 150) \times 100$$

$$= 66,7 \%$$

### **2.11. T-150**

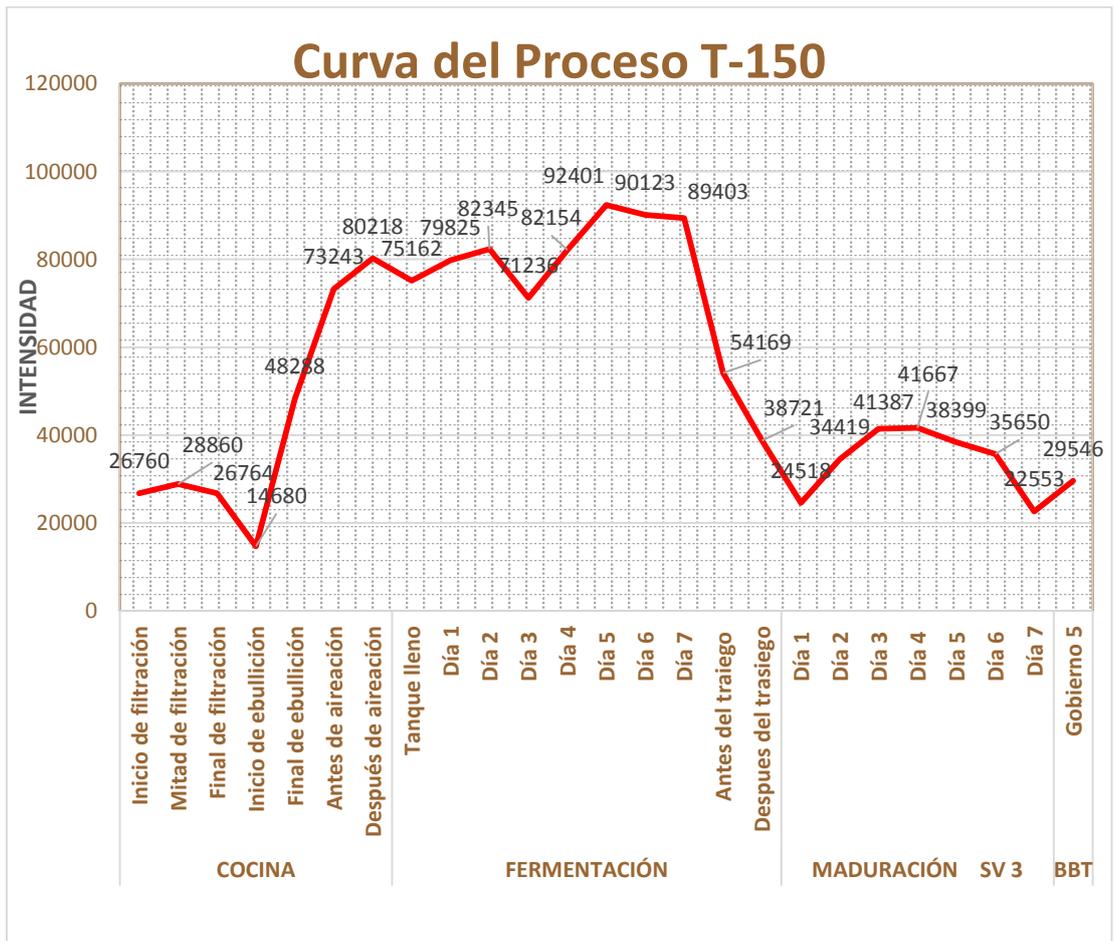
Es un indicativo de la cantidad de radicales libres formados después de 150 min a 60 °C.

Esto podría inferir que entre más alto sea el valor de T150, más rancio el producto se convierte.

El software calculara el T-150 de la curva como una sola lectura, es decir nos dará cantidades puntuales de la intensidad con respecto a las muestras que se recogieron durante el proceso.

Por lo que este ensayo se enfoca en los posibles problemas que ocurren en el proceso de elaboración de la cerveza.

Se desea que el T150 sea bajo debido a que muestra que muy poco de los radicales libres se han formado, y que la cerveza ha sido capaz de resistir.



**Grafico 2.11-1 Grafico T-150**

FUENTE: (Area de Calidad C.N, 2011)

# CAPITULO III

## 3. MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ESR

### 3.1. Salud y seguridad

Tabla 3.1-1 Identificación de los principales riesgos laborales y de seguridad involucrados en el manejo y toma de muestras del equipo ESR

TIPO DE RIEGO	IDENTIFICACION - DESCRIPCION	
<b>MECANICO</b>	Ausencia de los Equipos de protección personal. (EPPs)	<p>Se requiere el uso obligatorio de Mandil, guantes quirúrgicos, gafas y mascarilla para gases en el lavado de materiales con ácido nítrico y</p> <div data-bbox="837 1055 1300 1400" style="text-align: center;"> </div> <p>botas punta de acero.</p>
	Personal Capacitado	Solo el analista capacitado, podrá manejar el equipo. Para evitar daños en caso de mala operación.

	Cabina de extracción	Es un equipo necesario para la manipulación de los reactivos y evitar la inhalación o salpicaduras hacia el personal.
QUIMICOS	Corrosivo	Reactivo: Ácido Nítrico 70% 
	Inflamable	Reactivo: Etanol absoluto Use el etanol en un área bien ventilada. 
	Toxico si se ingiere o inhala	La mala manipulación de los reactivos: PBN y 4 - hidroxí Tempol (4-OH Tempol) puede causar graves daños a la salud.
AMBIENTAL	Residuos de las soluciones PBN y 4 - hidroxí Tempol (4-OH Tempol)	Deberán ser acumulados en un recipiente especial con etiqueta y se lo trasladara al área de tratamientos de aguas para su futura manipulación.

FUENTE: Elaboración propia

### **3.2. Equipos de protección personal en una industria alimenticia**

En la industria cervecera, se llevan a cabo muchos procesos y aplicaciones que pueden representar un riesgo potencial para los empleados. Transporte, mantenimiento de las maquinas, suministro y almacenamiento.

Para el desarrollo de este proyecto, es necesaria la interacción entre las áreas de Calidad, Mantenimiento, Elaboración, Embotellamiento y Almacenamiento. Estas áreas son identificadas como las de mayor riesgo para el personal operativo. Por lo que es de uso obligatorio contar con los equipos de protección personal correspondientes.

En analista de calidad debe tomar las muestras correspondientes para los análisis necesarios de Lag time y T-150. Es decir, ingresa a las distintas áreas del proceso en las que debe tomar medidas de precaución para evitar un cualquier accidente.

Es indispensable que el analista, realice sus actividades con los equipos de protección personal indicados anteriormente. (Ver tabla I).

Sin embargo, si no se cumplen las normas indicadas, puede causar daños en distintas partes del cuerpo.

#### **3.2.1. Cabeza**

En la toma muestras, el analista ingresa a áreas donde los pisos pueden estar húmedos debido a limpiezas rutinarias o alguna acción del proceso. Por esto, es obligación usar las botas puntas de acero anti deslizantes para prevenir caídas que puedan causar alguna contusión grave en la cabeza.

### **3.2.2. Extremidades**

Al momento de la toma de muestras desde los tanques de fermentación, maduración y tanques de cerveza brillante, es indispensable el uso del mandil y contar con el uniforme apropiado para evitar alguna salpicadura de cerveza/mosto. También se maneja agua a altas temperaturas para la limpieza de la toma de muestras, esto puede ocasionar quemaduras de alto riesgo.

### **3.2.3. Ojos y nariz**

Al manejar el análisis de Lagtime o T-150, utilizamos reactivos altamente tóxicos, por ello, las respectivas soluciones se las realiza en la cabina de extracción para evitar inhalación de los gases. También es necesario usar mascarilla, gafas protectoras y guantes de nitrilo para evitar cualquier contacto con las manos.

## **3.3. Materiales, Equipos**

### **3.3.1. Equipos**

1. Bruker ESR E-Scan Espectrómetro: UPS fuente de alimentación, bomba peristáltica, muestreador automático, bloque de calentamiento e impresora. Ordenador con Window2000 y el programa. 4,31 Bruker WinAcquisition Rev 3,0 e impresora.
2. Balanza analítica: Sensible a  $\pm 0,1$  mg

3. Centrífuga refrigerada: Con capacidad de hasta 2500 rpm a 4 ° con tubos de centrifuga de 50 ml
4. Registrador de temperatura
5. Pipeta automática de 100 a 1000  $\mu\text{m}$ , 500 a 5000  $\mu\text{m}$ , 100 a 250  $\mu\text{m}$
6. Congelador para almacenamiento de muestras capaz de estar a  $-20^{\circ}\text{C}$
7. Máquina de hielo
8. Espectrofotómetro
9. Mezclador Vortex
10. Estufa de secado

### **3.3.2. Materiales**

1. Papel de filtro plegable SS de (32 cm):
2. Embudo de Vidrio, lavado ácido (opcional)
3. Erlenmeyer: 1000 ml, lavado ácido (opcional)
4. Cronometro
5. Tubos de centrifugar desechables de 50 ml
6. Jeringas Hamilton de 250  $\mu\text{m}$
7. Jeringas: 10 ml
8. Barras magnéticas:
9. Agitador magnético:
10. Nota: Se necesita equipo de agitación magnética que sea capaz de estar lo más cercano a 0 rpm como sea posible.
11. Nevera de hielo Coleman tipo pequeño con mango
12. Guantes de nitrilo,

13. puntas de micro pipetas de polietileno transparentes VWR # 14670-330 o equivalente.
14. Mangueras de la bomba peristáltica: debe haber una distancia min de 15mm entre los separadores amarillo y azul
15. Mangueras de teflón de 1 / 16 " de transferencia. Son instalados por los proveedores de Bruker.
16. Adaptadores azules de 1 / 16 " sin pestañas,
17. Kit Adaptador de manguera de la bomba Peristáltica,
18. Gradillas para tubos de ensayo: Unwire, 20 mm, y 30 mm,
19. Tubos de ensayo: Polipropileno, 17 x 100 mm,
20. Botella VWR Labmax: Dispensador, 2-10 ml para ácido nítrico,
21. Dispositivo en espiral de muestreo: El equipo está constituido por una espiral translúcida una manguera con línea aérea unido al diámetro externo de esta con el diámetro interno del grifo. Se sugiere tener de 8 a 10 espirales, de aproximadamente 4 "de diámetro.
22. Viales: De boro silicato, claro de caras rectas, 19 mm x 65 mm, con tapas.
23. 0.45µm filtros trompo de jeringa de acetato de celulosa para eliminar levadura.

### **3.4. Reactivos**

Químicos Requeridos:

- Etanol Absoluto
- Ácido nítrico 69 – 70 %
- n-t-butil-alfa-fenilnitrona (PBN):

- 4 - hidroxil Tempol (4-OH Tempol)
- Agua destilada

**Tabla 3.4-1 Descripción de los reactivos**

NOMBRE QUIMICO	NOMBRE COMERCIAL	FORMULA EMPIRICA	NUMERO CAS	MASA MOLECULAR	DETALLE
N-tert-butyl- $\alpha$ -phenylnitron e	PBN	$C_{11}H_{15}NO$	3376-24-7	177.3	Si el PBN es deficiente, se manifestará un fuerte olor a almendras y no debe ser utilizado en los ensayos
4 Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl	4-hydroxy Tempol	$C_9H_{18}NO_2$	2226-96-2	172.24	Debe ser almacenado a $-20^{\circ}C$ con gel desecante
Alcohol etílico	Etanol	$C_2H_5OH$	64-17-5	46.1	Es soluble con el reactivo PBN
Ácido nítrico acuoso	Ácido nítrico	$HNO_3$	769737-2	63.1	Se lo utiliza para el lavado de los viales a un 10%

FUENTE: (Reactivos Meyer, 2008)

### 3.5. Preparación de Reactivos

#### 3.5.1. Preparación de 4-OH Tempol Soluciones de Calibración

1. Pese  $34mg \pm 0.1mg$  de 4-OH Tempol en un vial de ensayo ámbar limpio
2. Adicione 10ml de agua des ionizada
3. Mezcle hasta que los cristales hayan sido disueltos
4. Mida la absorbancia a 429nm

5. Usando la siguiente ecuación (Ecuación 3), calcule la concentración molar del 4-OH Tempol

- A = valor de la absorbancia a 429nm
- C = Concentración Molar
- L = Longitud del paso óptico que contiene la muestra (1cm)
- $\varepsilon$  = Absorptividad molar  $13.4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$

$$A / \varepsilon \times L = C \text{ (Ecuación 3)}$$

De la concentración obtenida por la ecuación 3, calcule las diluciones (con agua) requerido para conseguir 3.0 y 4.0  $\mu\text{M}$  de la concentración final 4-OH Tempol.

Ejemplo del cálculo para obtener las disoluciones requeridas 3.0 y 4.0  $\mu\text{M}$  a partir de 4-OH Tempol

La lectura obtenida a 429nm de la solución stock 4-OH Tempol leída en una celda de cuarzo de 1cm es 0.340 (valor ilustrativo).

$$A / \varepsilon \times L = C \quad \text{(Ecu. 3)}$$

$$\frac{0.340}{1\text{cm} \times 13.4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}} = 0.025\text{M} = 25\text{mM}$$

La solución necesitará ser diluida (como se muestra abajo) para conseguir las soluciones de 3 y 4 $\mu\text{M}$ .

Diluir la solución madre como sigue:

$$\begin{array}{l} 25\text{mM} \\ \downarrow \text{ Diluir } 1/1000 \\ 25\mu\text{M} \end{array}$$

Es decir, coger 1ml de 25mM (solución madre) y enrasar con agua destilada un balón de 1000ml utilizando una pipeta.

Para conseguir 100ml de 3µM Tempol se realiza lo siguiente:

$$\frac{3\mu M \times 100ml}{25\mu M} = 12ml \text{ (Ecuación 4)}$$

Así, se toma 12ml de 25µM y llevar a 100ml con agua.

Para 100ml de 4µM Tempol

$$\frac{4\mu M \times 100ml}{25\mu M} = 16ml \text{ (Ecuación 5)}$$

Similarmente, tomar 16ml de 25µM stock y llevar a 100ml con agua.

Hacer 100ml de cada concentración y mantenerlos en refrigeración a 4°C.

Prepare alícuotas de 8ml en viales ámbar y congélelos.

Descongele una muestra de 3 y 4 µM de Tempol cada uno dejándolo en agua a temperatura ambiente. Corra las dos concentraciones antes de iniciar el ensayo T-150 o Lagtime. Para cada corrida de ensayo inserte las soluciones stock 3 y 4 µM junto con otras muestras de cerveza/mosto.

Esto permitirá monitorear la condición de la tubería de la bomba peristáltica a lo largo de los ensayos del tiempo de retraso y T150. Una variación superior al 10% indicaría que el tubo tiene que ser reemplazado.

Nota: las soluciones solo pueden estar congeladas por un periodo de 2 semanas.

Soluciones De Referencia Tempol

**Tabla 3.5-1 Valores objetivos de tempol**

CONCENTRACION	RANGO DE VALORES OBJETIVOS	LIMITES	RELACIÓN DE 3/4µM TEMPOL
<b>3µM</b>	80 000 - 85000	82 500 ± 10%	0.75 ± 2.5%

<b>4<math>\mu</math>M</b>	106 000 - 113 000	109 500 $\pm$ 10%	
---------------------------	----------------------	-------------------	--

FUENTE: (Flavor stability by ESR, 2011)

### 3.5.2. Preparación del PBN

1. Pesar con exactitud 678mg  $\pm$  0.1mg de PBN en un vial de ensayo ámbar nuevo
2. Utilizando una pipeta automática, adicione 750 $\mu$ l de etanol al PBN y agite en vortex a muy baja velocidad hasta que esté completamente disuelto. Esto puede tomar 2-3 minutos. Si toma más largo tiempo el PBN es de pobre calidad.
3. Utilizando una pipeta automática, adicione 750 $\mu$ l de agua desionizada y agite en Vortex a muy baja velocidad.

**Nota:** Esta solución debería ser usada dentro de 2 días y manteniendo a 4°C cuando no es empleado. Use únicamente viales dedicados para el PBN.

### 3.5.3. Muestra de referencia

Para controlar las posibles desviaciones en la temperatura de incubación, la variabilidad lote a lote del PBN o contaminación en los viales de ensayo, es necesario realizar un estándar de cerveza con cada ensayo.

1. Pesar 3 g (T150) o de 7 g (ensayo de tiempo de retraso) de cerveza de una botella de 500cc y colocarlos en viales ámbar previamente lavados con ácido nítrico al 10%
2. Preparar 50 viales por mes

3. Lea el T150 o el tiempo de retraso (Lagtime) y anote los resultados.  
Este valor de T150 o el tiempo de retraso se convierte en su referencia para el mes
4. Cada vez que un ensayo en el equipo e- scan ESR es realizado, descongele un vial de cerveza manteniéndolo en agua a temperatura ambiente.
5. Pre- incubar a 20 -25°C durante 10 minutos.
6. Realizar el ensayo de T-150 o Lagtime normalmente
7. La lectura de la muestra de referencia no debería tener una variación mayor al 10%

### **3.6. Métodos y procedimientos**

#### **3.6.1. Ensayo de LAGTIME**

1. Pesar con exactitud  $7g \pm 0.01g$  de cerveza / mosto en un frasco de ensayo de ámbar
2. Las muestras pesadas deben ser corridas dentro de 30 min de la preparación
3. Adicione  $280\mu l$  de PBN con una jeringa Hamilton a la muestra pre-pesada, agite en Vortex brevemente y adicione al bloque de calentamiento
4. Inicien el tiempo cuando la primera muestra es adicionada al bloque de calentamiento y active el software ELBA.
5. Adicione PBN a cada vial sucesivamente cada 2 minutos.

6. Inmediatamente limpie la jeringa Hamilton con etanol al 50% para prevenir cristales de PBN que bloqueen la aguja
7. 8 muestras de cerveza por corrida. Incluye:
  - 6 muestras
  - 1 × 3 $\mu$ M *Tempol*
  - 1 muestra de referencia de cerveza

### **3.6.2. Ensayo de T-150**

1. Pese 3g  $\pm$  0.01g de muestra de cerveza / mosto en un frasco de ensayo de ámbar
2. Añada 120 $\mu$ l de PBN sucesivamente a cada muestra e inserte en el bloque de calentamiento cada 2 minutos.
3. Una vez que el e-scan ESR es activado el auto muestreador enjuagara y regresara a la posición de inicio. ELBA software es activado, y empezara la cuenta de 150min y empezara el análisis por si solo una vez que el tiempo haya transcurrido.
4. 20 muestras de cerveza por corrida. Incluye:
  - 1 × 3 $\mu$ M *Tempol*
  - 1 × 4 $\mu$ M *Tempol*
  - 1 muestra de referencia de cerveza
  - 17 muestras

### **3.7. Procedimiento de limpieza del e-scan ESR**

**NOTA:** Este procedimiento se debe realizar después de cada corrida.

Las mangueras y celdas de muestra deben ser enjuagadas durante 15 minutos con el agua a 60°C que se encuentra en el bloque de calentamiento. Se puede realizar un enjuague final al sistema con etanol al 10 % v/v utilizando la bomba.

Sin embargo, si se necesita enjuagar el sistema con un mayor porcentaje de etanol, se debe utilizar la bomba peristáltica. De lo contrario podría dañar la manguera (se torna blanca).

### **3.7.1. E- SCAN**

1. Dejar calentar el equipo E- scan por 1 hora. Es preferible dejar el equipo y el bloque de calentamiento encendido durante la semana.
2. Encender el muestreador automático, la bomba peristáltica y calentar el bloque de calentamiento hasta 60°C.
3. Inserte la manguera de la bomba peristáltica en el cabezal de la bomba. Verifique el ajuste de los tornillos y el sujetador pasando agua por el sistema hasta que exista un flujo constante mediante la manguera de teflón.
4. Regularmente, el analista puede controlar el caudal a través de la bomba peristáltica colocando la manguera de salida en un matraz aforado dejando trabajar la bomba por un minuto. Se comprobará la consistencia del flujo del agua.
5. Realizar el lavado diario de la tubería y Aquaflo con agua Millipore a 60°C durante 5 - 10 minutos. Se recomienda que un régimen de limpieza más estricta, con 99 % de etanol durante 5 minutos, ya sea

sobre una base diaria, o después de las muestras con alto contenido de azúcar (muestras de cerveza en el proceso).

6. Enjuague bien con agua desionizada durante 10 minutos después de esto y luego retire el extremo del tubo del agua para dejar la línea de marcha en seco.
7. Utilice la bomba inyector automático para llenar manualmente el Aquaflow con agua mediante la colocación de la aguja del inyector automático en agua desionizada y la activación de la bomba. Asegúrese de que toda la línea de muestra este llena con agua. Nunca sintonizar el E -scan cuando el Aquaflow está vacía.

### 3.8. Funcionamiento del Software ELBA

Cuando se activa ELBA aparecerá la pantalla de inicio de sesión (Figura 3-1). Introduzca los detalles del usuario y contraseña. La sintonización del E-scan se lleva a cabo de forma automática cuando se activa el software de ELBA.



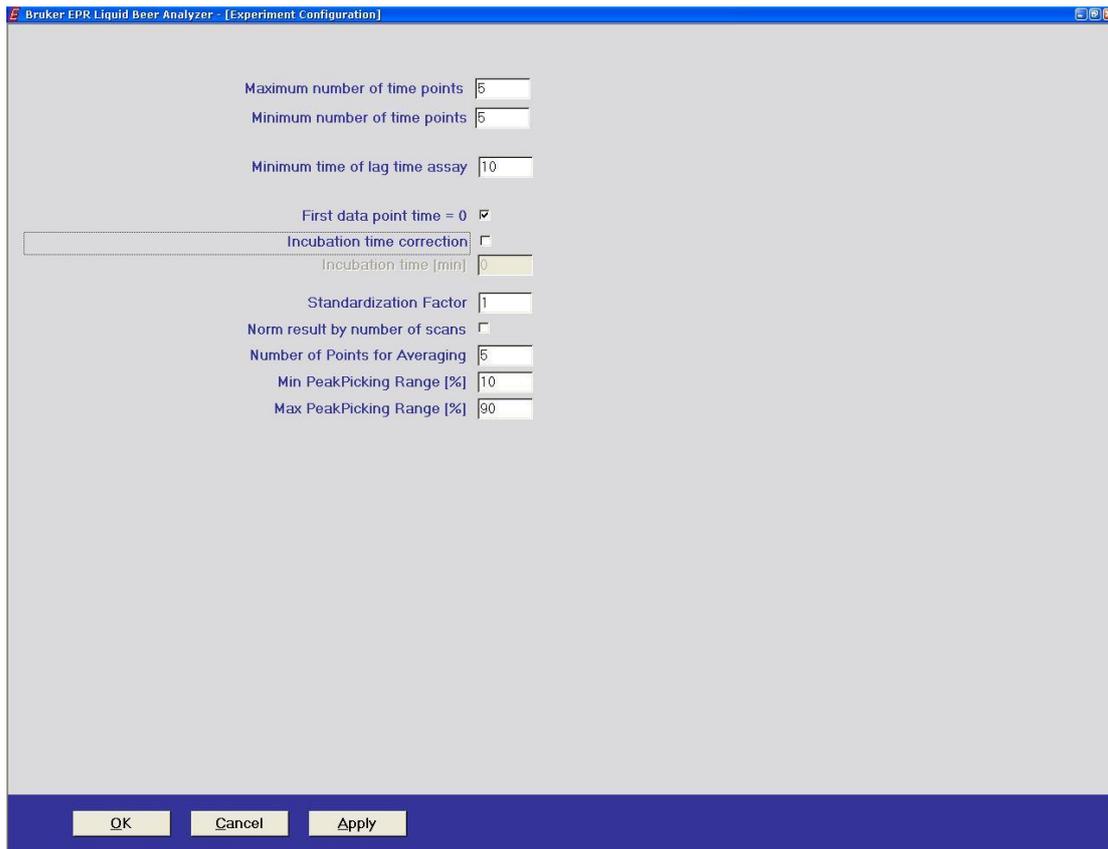
Figura 3.8-1. Paso 1- Pantalla de inicio de sesión

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

Verificación del Sistema operacional del equipo e-scan ESR utilizando las soluciones Tempol.

Antes de comenzar un ensayo de tiempo de retraso o T150, es importante para ejecutar las muestras 3 y 4  $\mu\text{M}$  TEMPOL. Esto pone a prueba el equipo ESR y la condición de la tubería de la bomba peristáltica. Cargar las dos soluciones estándar Tempol en el bloque de calentamiento.

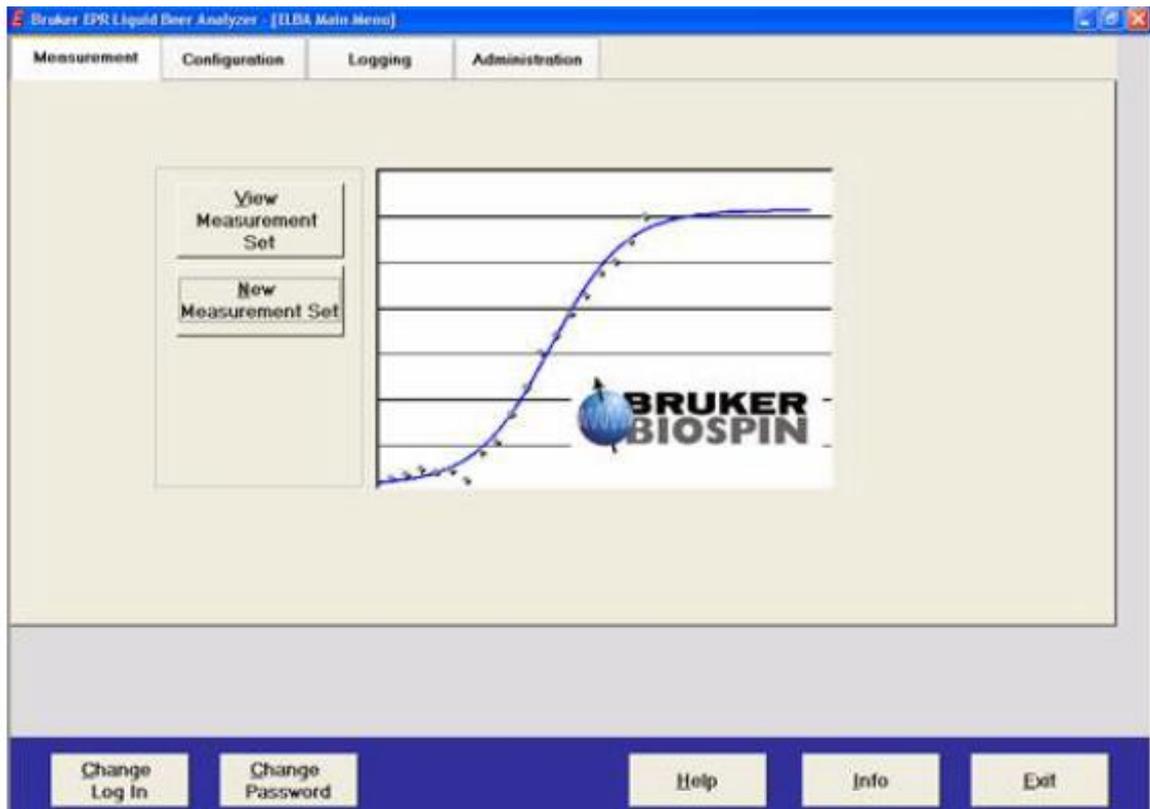
En ELBA, seleccione la ficha CONFIGURACIÓN / Experimento Configuración y ajuste el número de lecturas a 5 y el tiempo de incubación a 1 minuto (ver Fig. 15). Una vez que se han completado las lecturas TEMPOL, esto tendrá que ser reiniciado para cambiar el lecturas mínimas y máximas de nuevo a y 13 - 15 para el E -scan para el ensayo de tiempo de retraso. El tiempo total de ensayo estará por encima de 150 min, y puede variar ligeramente dependiendo de la corrida. Esta variación será de unos 10 minutos.



**Figura 3.8-2. Paso 2-Condicion de los estándares de soluciones tempol**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

Ahora que el e-scan está listo, se puede llevar a cabo un ensayo, ya sea un tiempo de retraso o T150. Continúe haciendo clic en la pestaña de medición.

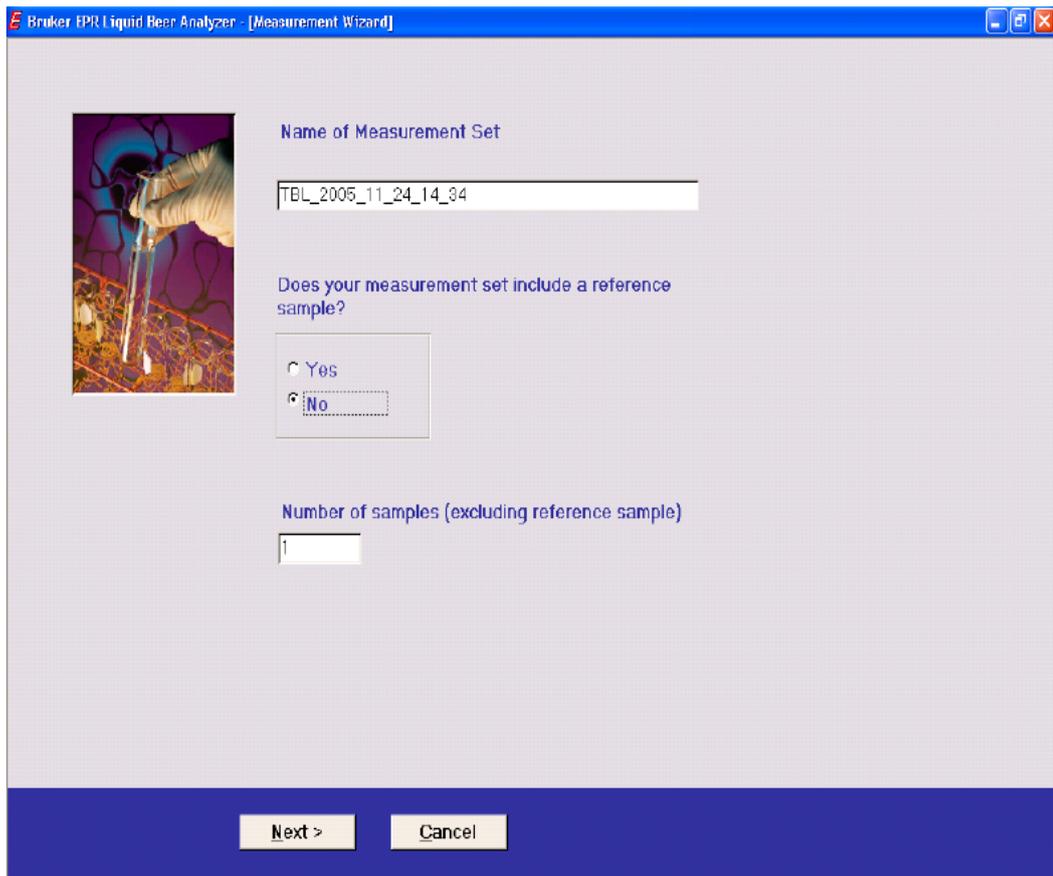


**Figura 3.8-3. Paso 3 Seleccionar “Nueva medición”**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

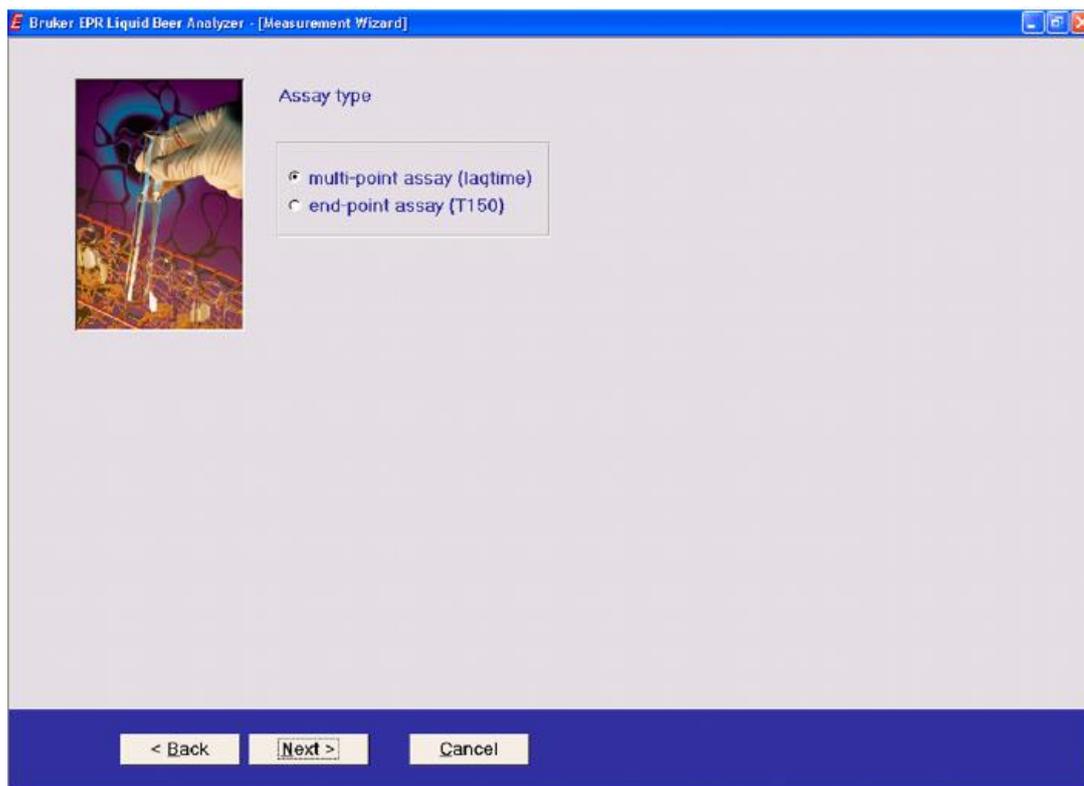
Para analizar las muestras, haga clic en " nueva medición Set" o para ver los resultados previamente grabados presione en " Ver Medición Ajuste".

Al hacer clic en la " nueva medición Set " las siguientes ventanas (FIG. 4-11) se abrirá en secuencia.



**Figura 3.8-4. Paso 4 Se ingresa automáticamente el nombre del siguiente análisis**

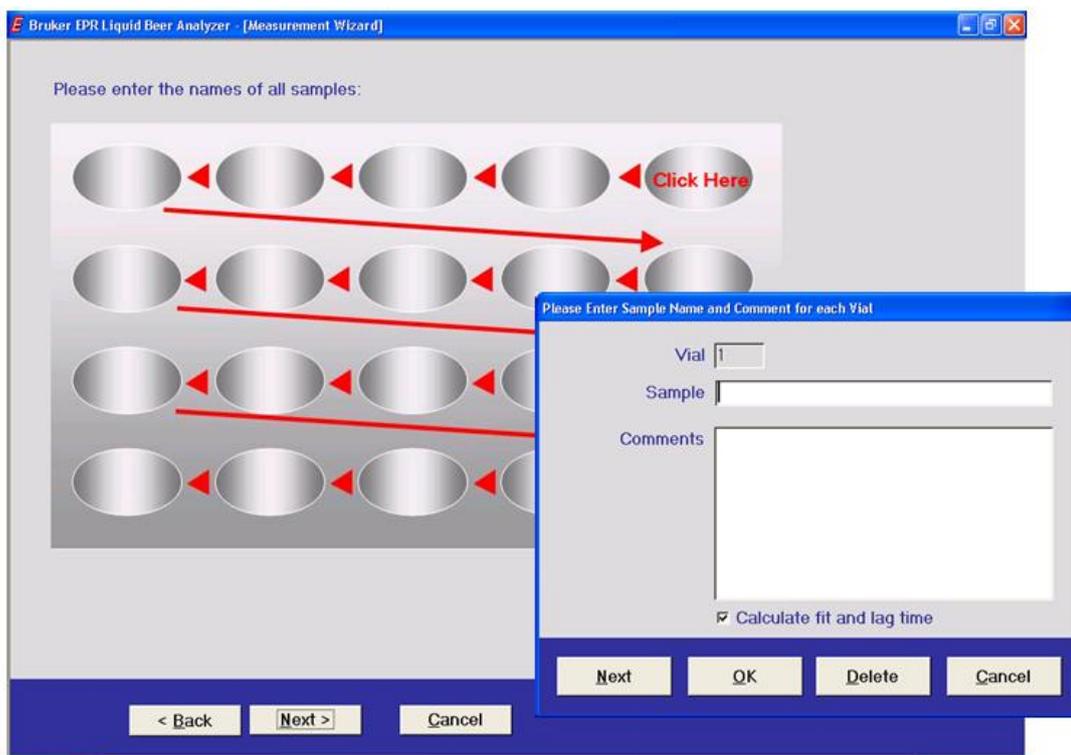
FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA



**Figura 3.8-5. Paso 5 - Seleccionar el tipo de ensayo**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

Haga clic en "Siguiente "



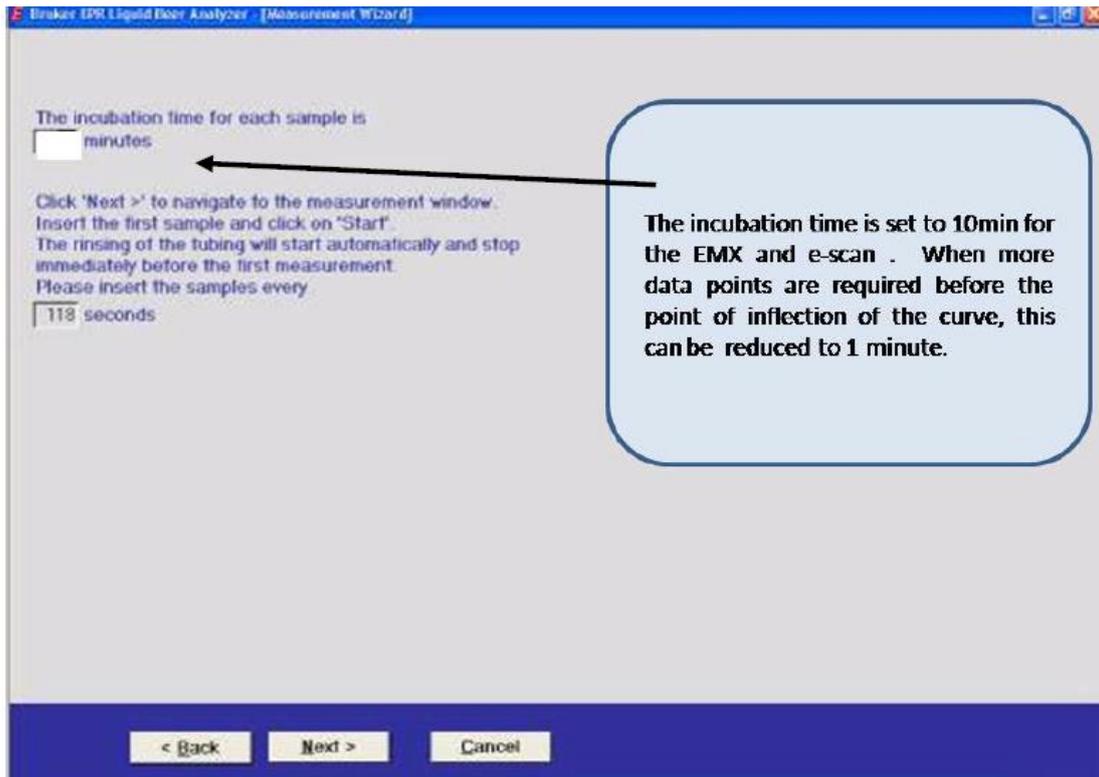
**Figura 3.8-6. Paso 6-Introduccion del nombre de cada muestra**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

Introduzca el nombre de cada muestra cuando se le solicite y haga clic en " Siguiente". Cuando todas las muestras se hayan introducido, haga clic en "OK ", luego haga clic en " Siguiente " .

Para llevar a cabo el ensayo T150, hacer una selección apropiada a partir de la (FIG. 3-5) y siga la secuencia anterior.

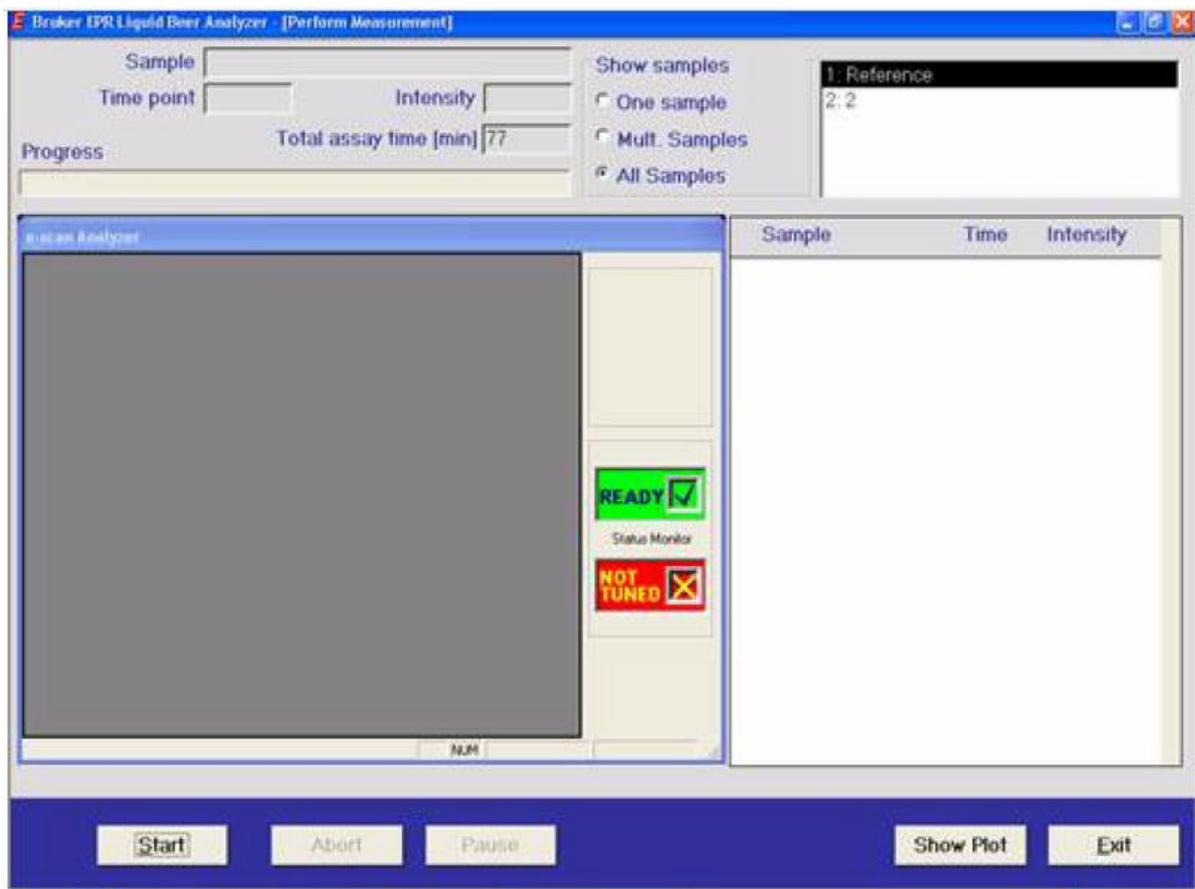




**Figura 3.8-8. Paso 8- Ventana de tiempo de incubación**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

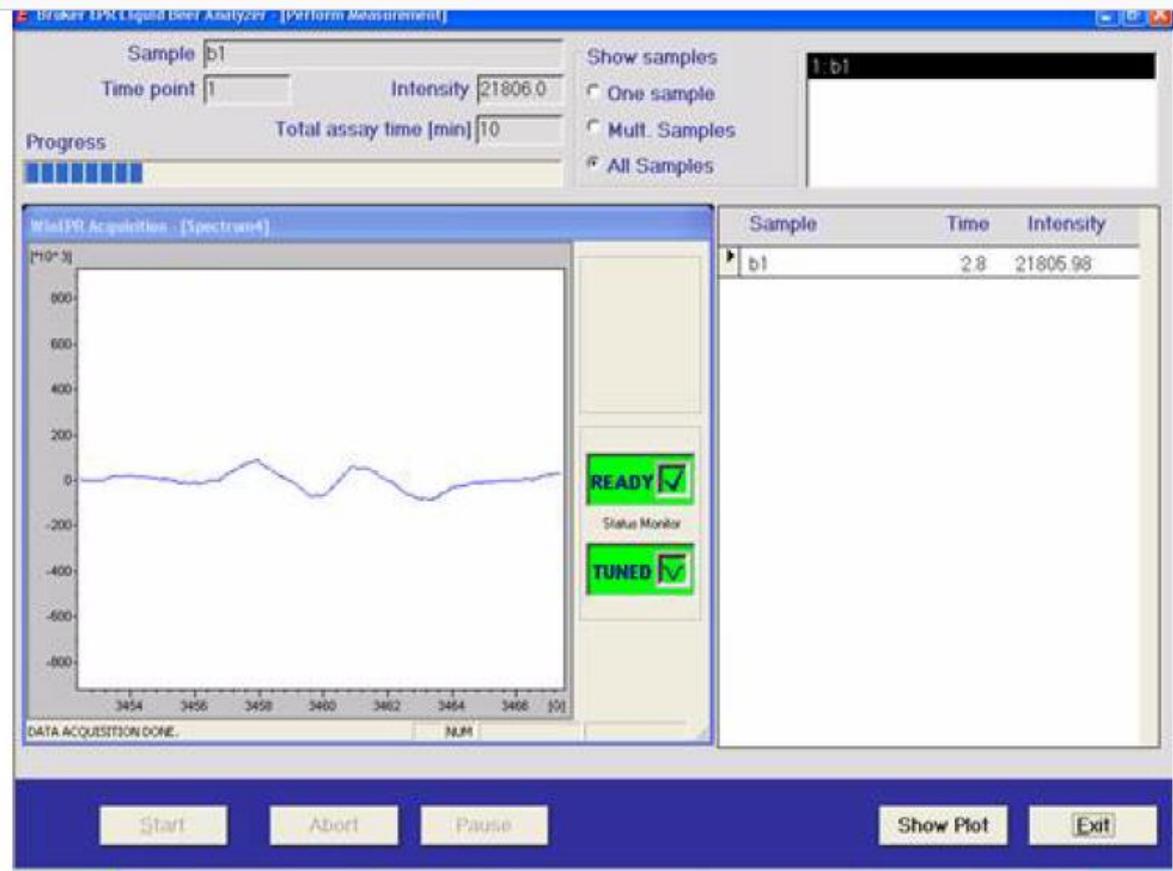
Para la calibración de los Tempoles 3 y 4  $\mu M$ , se trabaja con un tiempo de incubacion de 1 minuto. (Ver fig. 3-2)



**Figura 3.8-9. Paso 9- Scan listo para el análisis**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

Haciendo clic en "Iniciar " el E- scan iniciará la lectura de las muestras. Añadir PBN a la muestra, iniciar el temporizador, y empezar ESR simultáneamente.



**Figura 3.8-10. Paso10 Espectro del PBN**

FUENTE: Foto tomada en el área de calidad de Cervecería.  
Utilizando el software ELBA

Al final del analisis se mostrara la siguiente ventana:

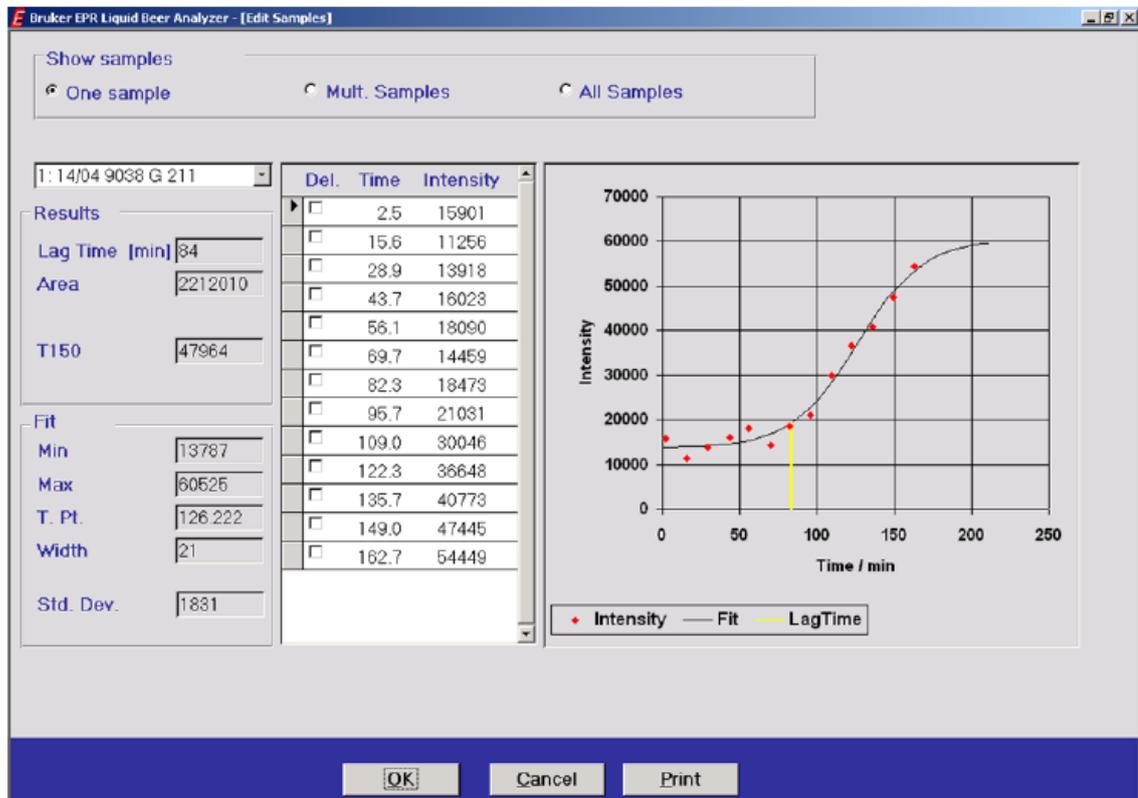


Figura 3.8-11. Paso 11 Resultados de Lagtime

Haga clic en EXIT una vez que el equipo E -scan ha completado los análisis.

### 3.9. Muestreo de la cerveza

Todas las muestras deberían ser recogidas directamente en Tubos de centrifuga de 50ml nuevas o lavadas en ácido y tapadas inmediatamente.

Todas las muestras deben ser colocadas sobre el hielo y procesadas antes de 1 hora luego de la toma. Si no se analiza durante el mismo día, las muestras procesadas se deben congelar inmediatamente a -20°C. Todas las

muestras deben ser etiquetadas por la fecha, el número de poción y el tipo (mosto, FV etc.).

Las muestras congeladas deben ser descongeladas colocándolos en agua del grifo a temperatura ambiente. Si las muestras son corridas dentro de 2-3 días después de muestrear, debe tener un volumen de alícuota requerido de muestra en los frascos marrones, tape y congele.

Descongelar la muestra cómo se indicó previamente. Para evitar que la temperatura del bloque de la calefacción afecte inmediatamente, pre incubar la muestra descongelada por 10min a 20 °C.

Asegúrese siempre de que las muestras estén bien mezcladas para crear soluciones homogéneas antes de la centrifugación. Nunca congelar las muestras que contienen levadura.

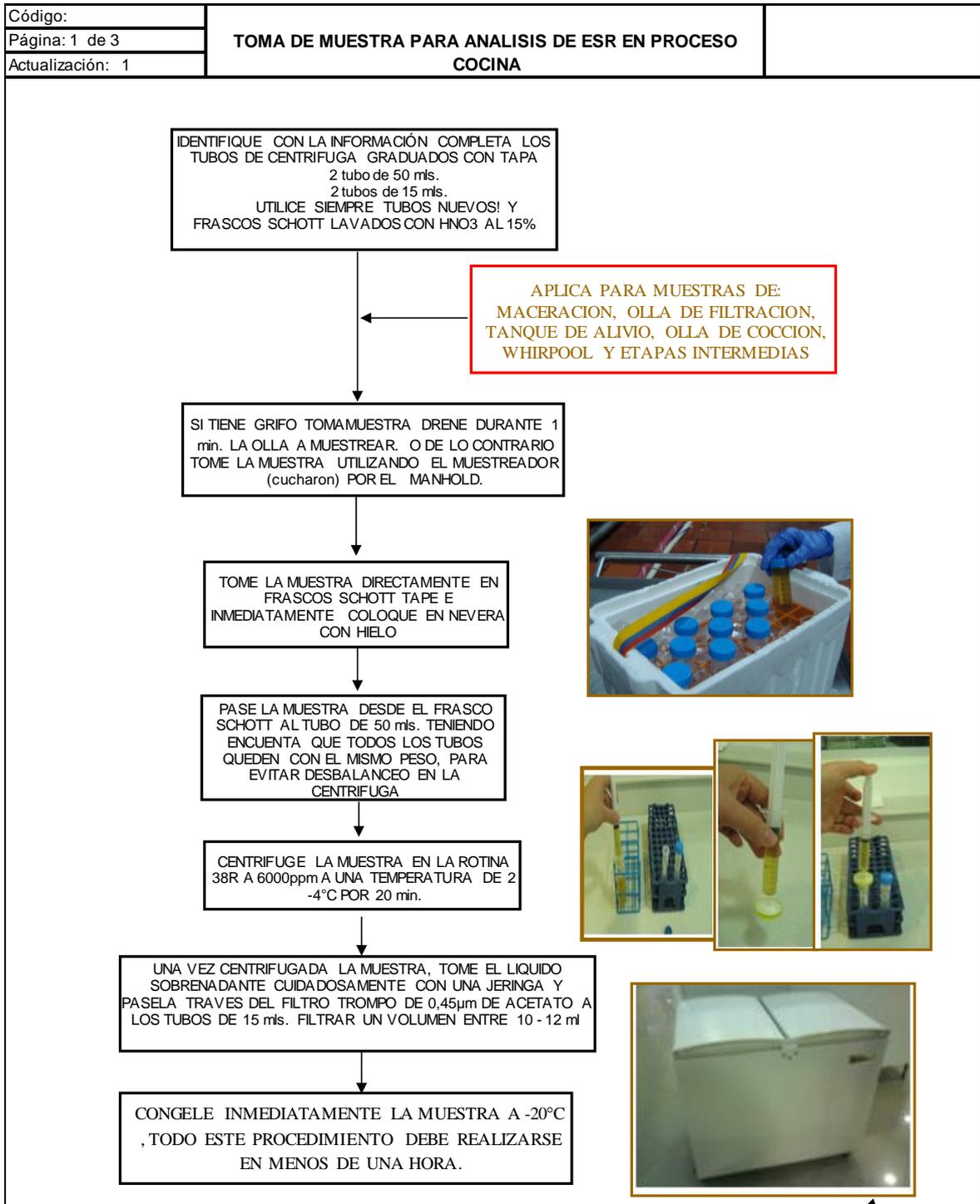
**Tabla 3.9-1. Puntos Sugeridos de muestreo**

AREA DEL PROCESO	MUESTRA REQUERIDA	OBSERVACIONES
<b>Filtracion del mosto</b>	Inicio - Mitad y Final de filtracion del mosto	Tomar la muestra , enfriar en hielo , se centrifuga , refrigerar , y analiza dentro de las 12 horas.
<b>Cocina</b>	Inicio - final de ebullicion	Tomar la muestra , enfriar en hielo , se centrifuga , refrigerar , y analiza dentro de las 12 horas.(los retrasos en cocina incrementan la carga de calor y el impacto en los resultados de ESR ) .
<b>Enfriamiento del mosto</b>	Antes y despues de aireacion	Tanto como el oxigeno como la levadura impactan los valores d T-150, por lo que la muestra antes de aireacion refleja el impacto de la sala de cocción ( carga total de calor ) sin la complicación adicional debido al oxígeno y la levadura .
<b>Fermentacion</b>	Dias de fermentacion	La muestra deben tomarse lo más tarde posible para permitir la mezcla, pero antes de que comience la levadura a fermentar , ya que este tendrá un impacto en T150 y la muestra debe representar ' el inicio de la fermentacion ' . Las muestras deben tomarse de la misma manera cada vez , por ejemplo, 16-22hrs después del depósito lleno , para una mejor comparación. Tomar la muestra , enfriar en hielo , se centrifuga , refrigerar , y analiza dentro de las 12 horas.
	Antes (Fin de fermentacion) y despues del trasiego	Fin de la fermentación significa la mejor posible estabilidad del sabor , es el punto en el que los mejores anti oxidantes se generan a partir de la levadura,después de este punto, la estabilidad del sabor puede deteriorarse. El T150 proporciona un ejemplo de lo mal que la muestra se añejara.Es un indicador de los radicales libres pre
<b>Maduracion</b>	Dias de maduracion	El cambio de los resultados de ESR al final de la fermentacion es mucho más lento por lo que el momento exacto de esta muestra es menos crítico.
<b>BBT</b>	4-8 horas de llenado el tanque BBT	Se toma una muestra a través de una bobina de toma de muestras para reducir espuma. Refrigerar y analizar dentro de 48 hrs. Previo al analisis se debe desgasificar la muestra. Las muestras pueden ser congeladas directamente y desgasificadas despues de descongelar.
<b>Producto terminado</b>	Cerveza envasada	Las muestras deben recogerse en la sala de envase y refrigerado tan pronto como sea posible después de su envasado ( dentro de las 12 horas ) . Las muestras deben analizarse en 1 semana de la fecha de envasado .

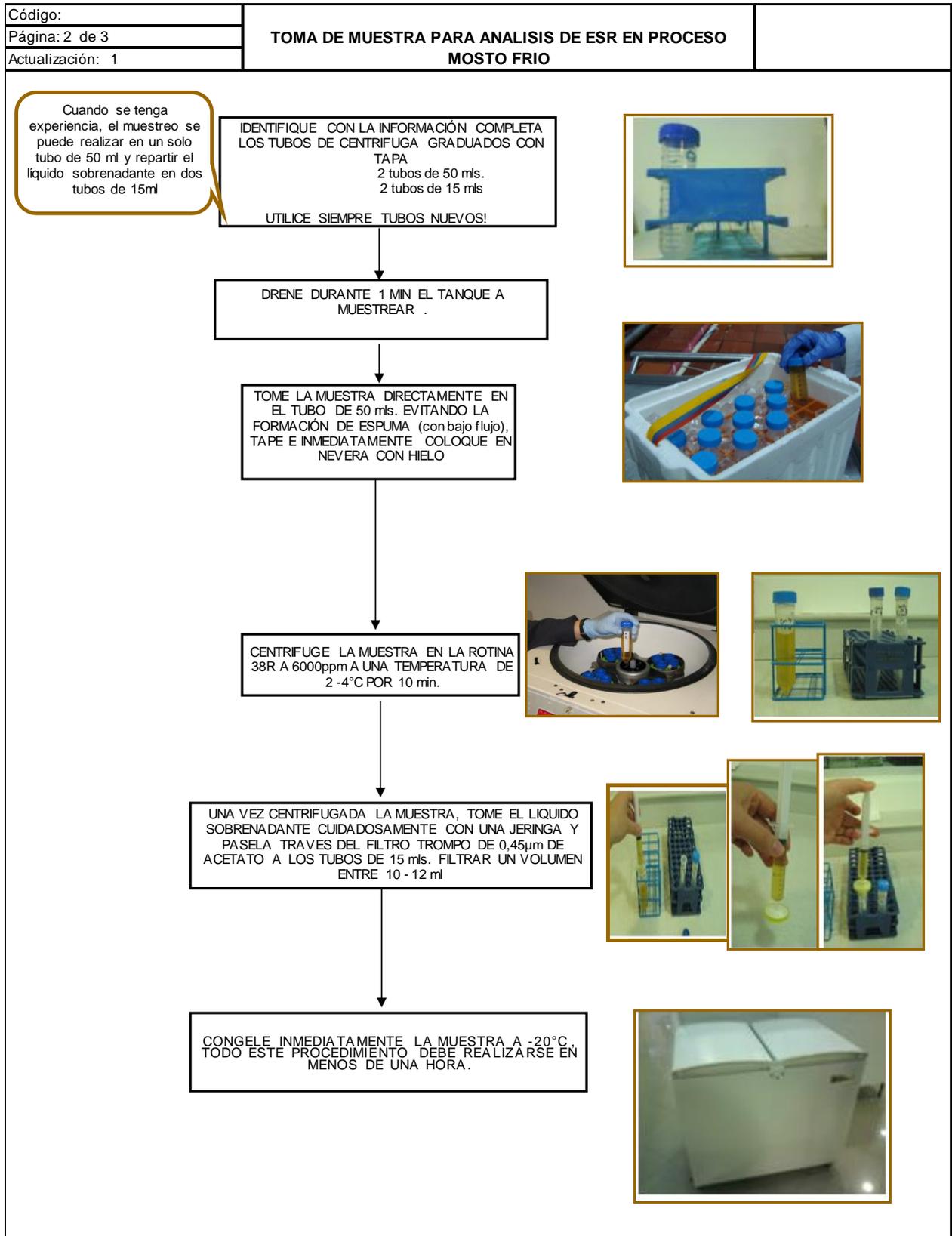
FUENTE: (GLT.QA.AM.0767, 2011)

### 3.10. Diagrama de toma de muestras

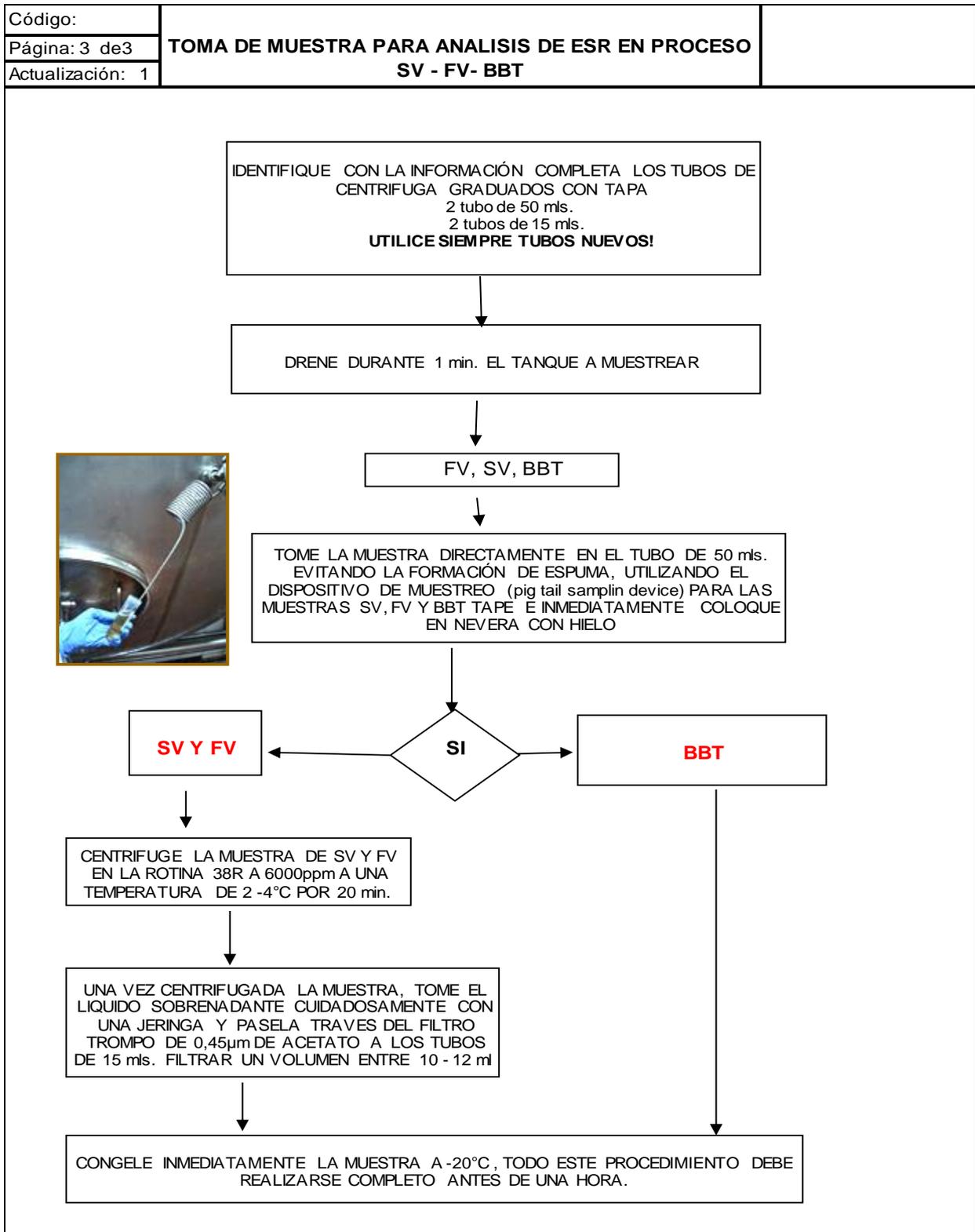
#### 3.10.1. Toma de muestra para análisis de ESR en cocina



### 3.10.2. Toma de muestra para análisis de ESR en proceso Mosto Frio



### 3.10.3. Toma de muestra para análisis de ESR en proceso SV – FV – BBT



# CAPITULO IV

## 4. METODO KAIZEN

### 4.1. Evaluación de Problemas

LEYENDA	
	FINALIZADO
	EN PROCESO
	NO REALIZADO

Tabla 4.1-1. Evaluación de Problemas

Puntos	Proyecto Adecuado para el Equipo							Proyecto Necesario para la Mejora			Calificación	Prioridad	Status
	¿Es este problema común para todos los miembros del equipo?	¿Que tan fácil es para los miembros del equipo atacar este problema?	¿Los miembros del equipo van a poder colaborar juntos?	¿Cuanto tiempo va a tomar el proyecto?	¿El proyecto va a aumentar las habilidades del equipo?	¿Qué tanta necesidad hay de mejora?	¿El proyecto satisface las necesidades de la Dirección?	¿Qué tipo de resultados pueden ser esperados?					
Calificación Máxima	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45			
Mejorar el indicador FSI	Cocina	5	3	3	1	3	2	5	5	5	32		●
	Fermentación	5	4	3	1	3	5	5	5	5	35	☑	●
	Trasiego	5	4	4	2	5	5	5	5	5	39	☑	●
	Maduración	5	4	3	1	3	5	5	5	5	35	☑	●
	BBT	5	3	3	1	3	3	3	5	5	32		●
Producto terminado	5	4	3	1	3	3	3	5	5	33		●	

En el cuadro de evaluación de problemas, cuantificamos las preguntas que se realizan al momento de empezar un método de mejora continua KAIZEN.

Se divide en dos partes:

La primera parte define la participación de los miembros del equipo y como sus actividades mejoraran el problema presente.

La segunda parte evalúa la importancia de realizar un método KAIZEN para la mejora de nuestro indicador.

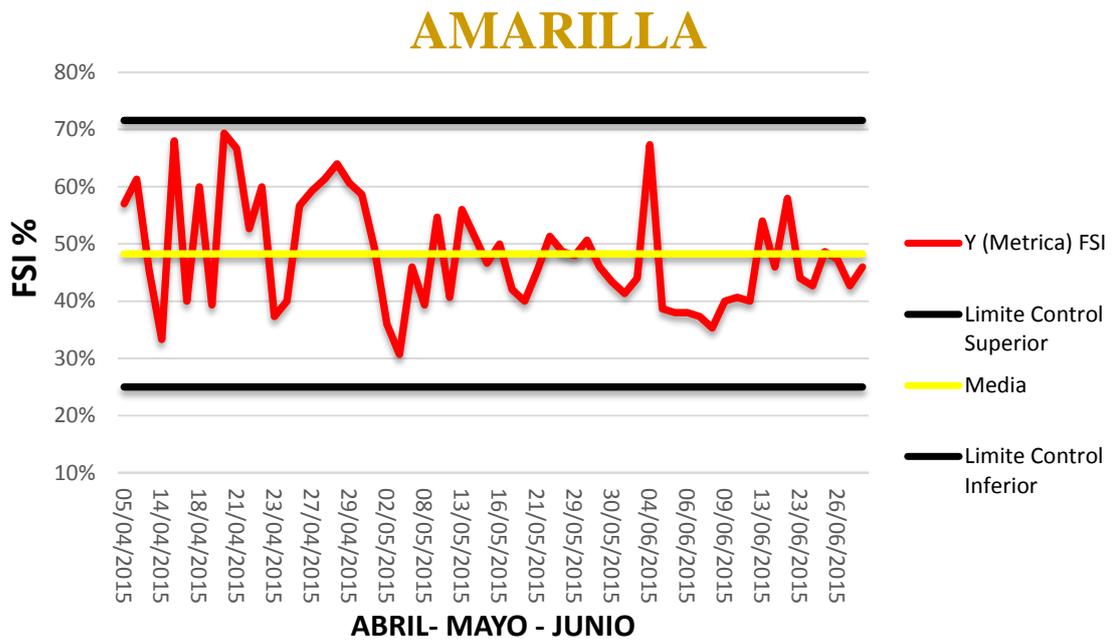
#### **4.2. Identificar el Problema**

A continuación, se presentará, las gráficas de control de variables Individuales y de rangos móviles para las marcas: Amarilla, Café y Verde.

**Tabla 4.2-1. Indicador % FSI del primer cuartil del F16 (2015) – Marca Amarilla**

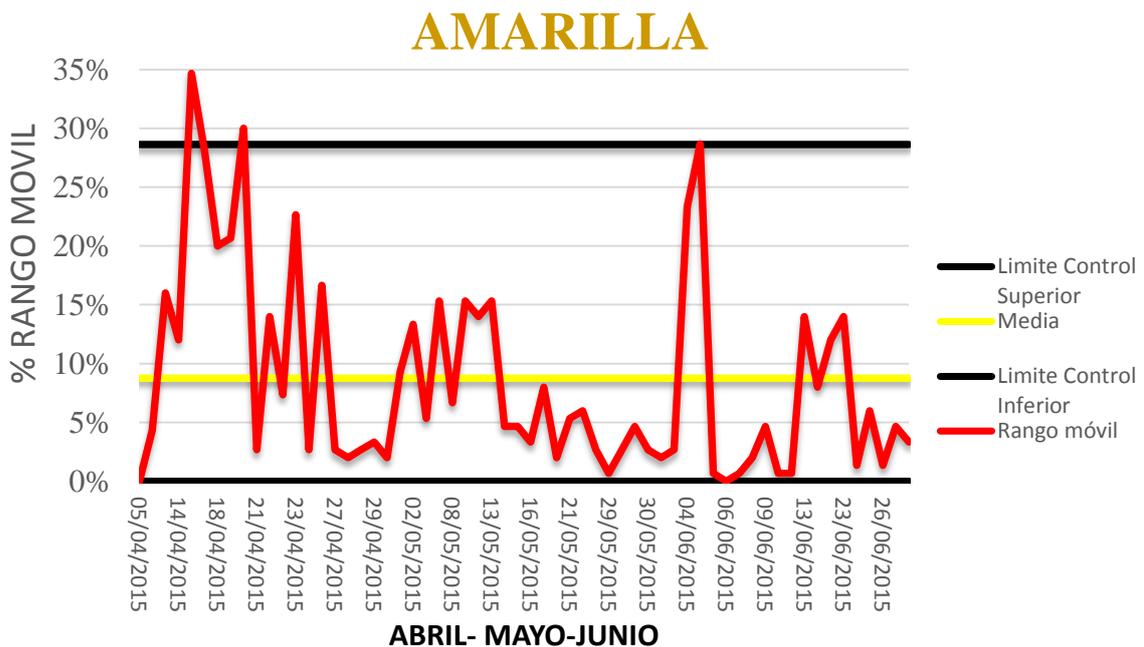
MES	X Muestra	FECHA	LOTE	LAGTIME	Y (Metrica) FSI
ABRIL	1	4/5/2015	LGU2A0931 V05OCT15	89	57%
	2	4/7/2015	LGU1A1250 V07OCT15	92.00	61%
	3	4/11/2015	LGU3A01134 V11OCT15	68.00	45%
	4	4/14/2015	LGU1B1539 V14OCT15	50.00	33%
	5	4/15/2015	LGU1B1505 V15OCT15	102.00	68%
	6	4/17/2015	LGU3A0734 V15OCT15	60.00	40%
	7	4/18/2015	LGU2B1337 V17OCT15	90.00	60%
	8	4/19/2015	LGU3A1520 V19OCT15	59.00	39%
	9	4/20/2015	LGU2A1531 V20OCT15	104.00	69%
	10	4/21/2015	LGU2A1519 V21OCT15	100.00	67%
	11	4/21/2015	LGU1A2050 V21OCT15	79.00	53%
	12	4/22/2015	LGU2A1111 V22OCT15	90.00	60%
	13	4/23/2015	LGU1B1915 V23OCT15	56.00	37%
	14	4/23/2015	LGU2B0915 V23OCT15	60.00	40%
	15	4/26/2015	LGU2A1104 V26OCT15	85.00	57%
	16	4/27/2015	LGU1A0845V27OCT15	89.00	59%
	17	4/27/2015	LGU1B0740 V27OCT15	92.00	61%
	18	4/28/2015	LGU2A1034 V28OCT15	96.00	64%
	19	4/29/2015	LGU2A0946 V30OCT15	91.00	61%
	20	4/30/2015	LGU1A1008 V30OCT15	88.00	59%
MAYO	21	5/1/2015	LGU1B1048 V01NOV15	74.00	49%
	22	5/2/2015	LGU1B1208 V02NOV15	54.00	36%
	23	5/4/2015	LGU1A0810 V04NOV15	46.00	31%
	24	5/5/2015	LGU2B1405 V05NOV15	69.00	46%
	25	5/8/2015	LGU3A1457 V08NOV15	59.00	39%
	26	5/9/2015	LGU2A1032 V09NOV15	82.00	55%
	27	5/11/2015	LGU2A0954 V11NOV15	61.00	41%
	28	5/13/2015	LGU1A0940 V13NOV15	84.00	56%
	29	5/14/2015	LGU1B0908 V14NOV15	77.00	51%
	30	5/15/2015	LGU1A0923 V15NOV15	70.00	47%
	31	5/16/2015	LGU1A0958 V16NOV15	75.00	50%
	32	5/19/2015	LGU2A0855 V19NOV15	63.00	42%
	33	5/20/2015	LGU2A1140 V20NOV15	60.00	40%
	34	5/21/2015	LGU2A0813 V21NOV15	68.00	45%
	35	5/27/2015	LGU1B1104 V27NOV15	77.00	51%
	36	5/28/2015	LGU1A0951 V28NOV15	73.00	49%
	37	5/29/2015	LGU1B1009 V29NOV15	72.00	48%
	38	5/29/2015	LGU2A0955 V29NOV15	76.00	51%
	39	5/30/2015	LGU1B0115 V30NOV15	69.00	46%
	40	5/30/2015	LGU2B1212 V30NOV15	65.00	43%
JUNIO	41	6/2/2015	LGU2A1021 V02DIC15	62.00	41%
	42	6/3/2015	LGU2B1125 V03DIC15	66.00	44%
	43	6/4/2015	LGU2A0939 V04DIC15	101.00	67%
	44	6/5/2015	LGU2A1021 V05DIC15	58.00	39%
	45	6/6/2015	LGU2B1111 V06DIC15	57.00	38%
	46	6/6/2015	LGU1A1333 V06DIC15	57.00	38%
	47	6/7/2015	LGU1A1029 V07DIC15	56.00	37%
	48	6/8/2015	LGU1A1000 V08DIC15	53.00	35%
	49	6/9/2015	LGU2A1106 V09DIC15	60.00	40%
	50	6/10/2015	LGU2A1152 V10DIC15	61.00	41%
	51	6/11/2015	LGU2B0753 V11DIC15	60.00	40%
	52	6/13/2015	LGU2A1109 V14DIC15	81.00	54%
	53	6/14/2015	LGU2A1104 V13DIC15	69.00	46%
	54	6/18/2015	LGU1B1142 V18DIC15	87.00	58%
	55	6/23/2015	LGU1A0705 V23DIC15	66.00	44%
	56	6/25/2015	LGU1A1030 V25DIC15	64.00	43%
	57	6/25/2015	LGU2A1100 V25DIC15	73.00	49%
	58	6/26/2015	LGU1A1132 V26DIC15	71.00	47%
	59	6/28/2015	LGU2B1628 V28DIC15	64.00	43%
	60	6/28/2015	LGU1B1834 V28DIC15	69.00	46%

FUENTE: Elaboración propia



**Gráfico 4.2-1. Carta de control- I, AMARILLA**

FUENTE: Elaboración propia



**Gráfico 4.2-2. Carta de control-MR, AMARILLA**

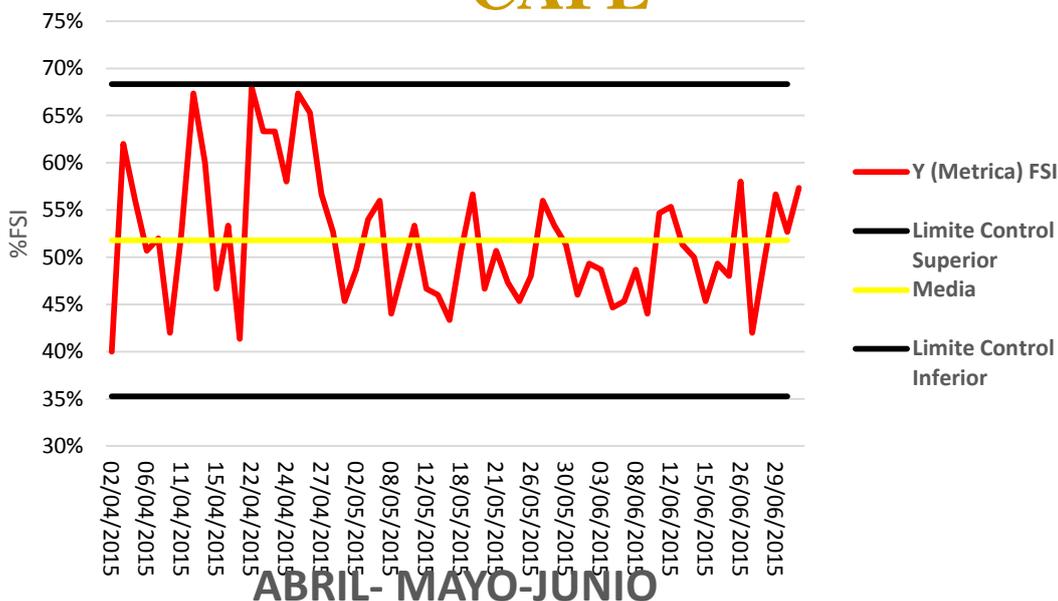
FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 4.2-2 Indicador %FSI del primer cuartil del F16 (2015)- Marca Café**

MES	X Muestra	DIA	LOTE	LAGTIME	Y (Metrica) FSI
ABRIL	1	4/2/2015	LGU1B1347 V02OCT15	60	40%
	2	4/3/2015	LGU2A0819 V03OCT15	93.00	62%
	3	4/4/2015	LGU3A0003 V04OCT15	84.00	56%
	4	4/6/2015	LGU1A0903 V06OCT15	76.00	51%
	5	4/8/2015	LGU5A1117 V08OCT15	78.00	52%
	6	4/9/2015	LGU2B1702 V09OCT15	63.00	42%
	7	4/11/2015	LGU3A1806 V11OCT15	79.00	53%
	8	4/13/2015	LGU1B1245 V13OCT15	101.00	67%
	9	4/14/2015	LGU2B0123 V15OCT15	90.00	60%
	10	4/15/2015	LGU2B0604 V15OCT15	70.00	47%
	11	4/18/2015	LGU1A1003 V18OCT15	80.00	53%
	12	4/21/2015	LGU1B1515 V21OCT15	62.00	41%
	13	4/22/2015	LGU1B0958 V22OCT15	102.00	68%
	14	4/23/2015	LGU1A1107 V23OCT15	95.00	63%
	15	4/24/2015	LGU1A1401 V24OCT15	95.00	63%
	16	4/24/2015	LGU2A1311 V24OCT15	87.00	58%
	17	4/25/2015	LGU1A1302 V25OCT15	101.00	67%
	18	4/26/2015	LGU2A1235 V25OCT15	98.00	65%
	19	4/27/2015	LGU1A1321 V27OCT15	85.00	57%
	20	4/28/2015	LGU1A0959 V28OCT15	79.00	53%
MAYO	21	5/2/2015	LGU3A1217 V02NOV15	68.00	45%
	22	5/2/2015	LGU2A1114 V02NOV15	73.00	49%
	23	5/3/2015	LGU3A0923 V03NOV25	81.00	54%
	24	5/8/2015	LGU1B1008 V08NOV15	84.00	56%
	25	5/8/2015	LGU2A1313 V08NOV15	66.00	44%
	26	5/10/2015	LGU1B0118 V10NOV15	73.00	49%
	27	5/11/2015	LGU1A0732 V11NOV15	80.00	53%
	28	5/12/2015	LGU1A1014 V12NOV15	70.00	47%
	29	5/15/2015	LGU5A0811 V15NOV15	69.00	46%
	30	5/17/2015	LGU1B1345 V17NOV15	65.00	43%
	31	5/18/2015	LGU2B1518 V18NOV15	76.00	51%
	32	5/20/2015	LGU2A1205 V20NOV15	85.00	57%
	33	5/20/2015	LGU3A1421 V20NOV15	70.00	47%
	34	5/21/2015	LGU1A1019 V21NOV15	76.00	51%
	35	5/22/2015	LGU1B0943 V22NOV15	71.00	47%
	36	5/25/2015	LGU1B1032 V25NOV15	68.00	45%
	37	5/26/2015	LGU1B1113 V26NOV15	72.00	48%
	38	5/28/2015	LGU3A2236 V28NOV15	84.00	56%
	39	5/29/2015	LGU2A0123 V29NOV15	80.00	53%
	40	5/30/2015	LGU1B1002 V30NOV15	77.00	51%
JUNIO	41	6/1/2015	LGU3A0936 V01DIC 15	69.00	46%
	42	6/2/2015	LGU1A1725 V02DIC 15	74.00	49%
	43	6/3/2015	LGU1B1126 V03DIC 15	73.00	49%
	44	6/4/2015	LGU1B0959 V04DIC 15	67.00	45%
	45	6/5/2015	LGU1A0823 V05DIC 15	68.00	45%
	46	6/8/2015	LGU2A0716 V08DIC 15	73.00	49%
	47	6/10/2015	LGU2B2123 V10DIC 15	66.00	44%
	48	6/11/2015	LGU1B1530 V11DIC 15	82.00	55%
	49	6/12/2015	LGU1B0857 V12DIC 15	83.00	55%
	50	6/13/2015	LGU1A1014 V13DIC 15	77.00	51%
	51	6/14/2015	LGU1A1012 V14DIC 15	75.00	50%
	52	6/15/2015	LGU1B0909 V15DIC 15	68.00	45%
	53	6/16/2015	LGU1B0857 V16DIC 15	74.00	49%
	54	6/21/2015	LGU3A1909 V21DIC 15	72.00	48%
	55	6/26/2015	LGU2A1133 V26DIC 15	87.00	58%
	56	6/27/2015	LGU1A0720 V27DIC 15	63.00	42%
	57	6/28/2015	LGU1A1714 V28DIC 15	74.00	49%
	58	6/29/2015	LGU1B1111 V29DIC 15	85.00	57%
	59	6/30/2015	LGU1B1630 V30DIC 15	79.00	53%
	60	6/30/2015	LGU2A2340 V30DIC 15	86.00	57%

FUENTE: Elaboración propia

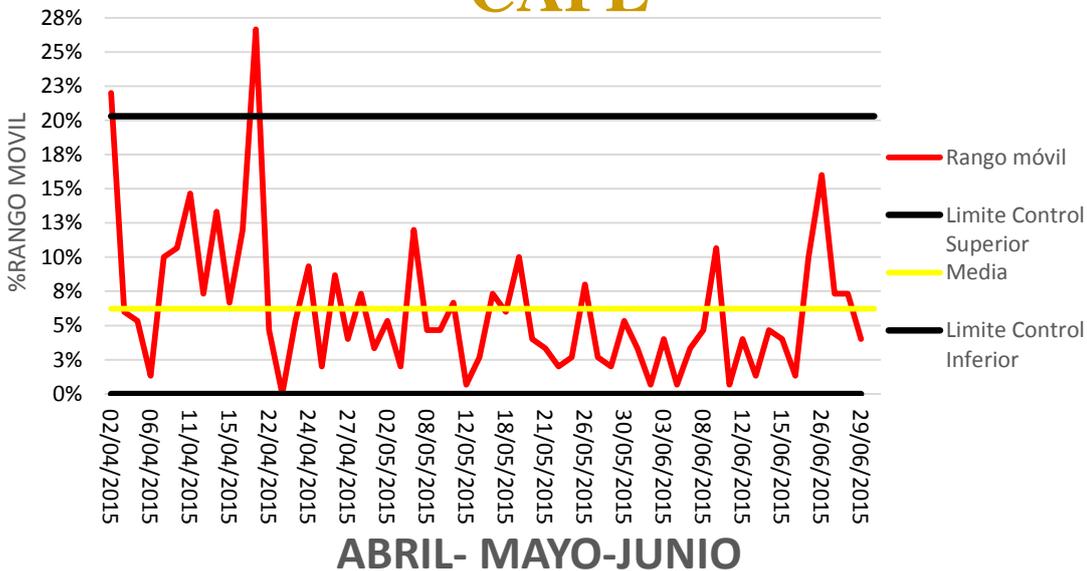
# CAFÉ



**Grafico 4.2-3. Carta de control, I – CAFÉ**

FUENTE: Elaboración propia

# CAFÉ



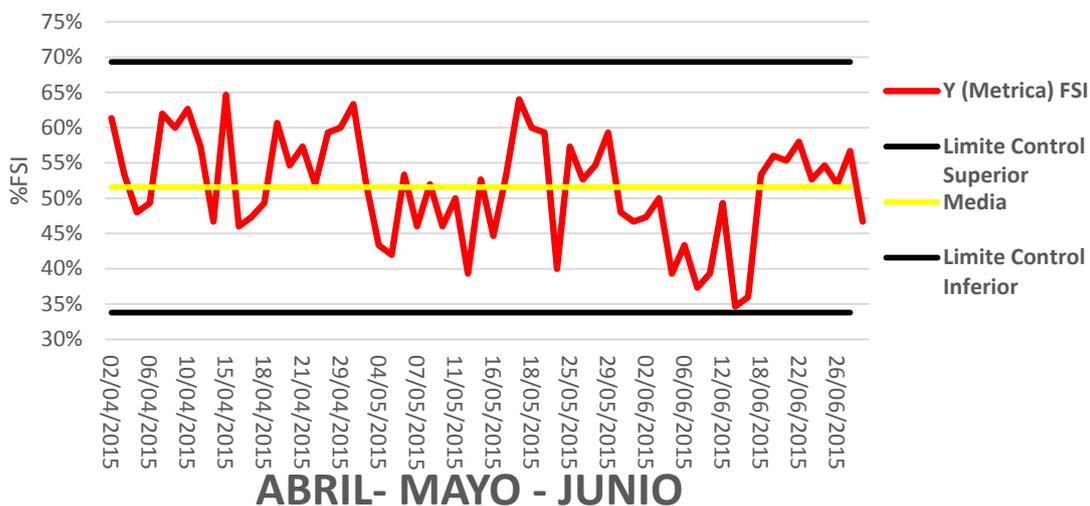
**Grafico 4.2-4. Carta de control- MR, CAFÉ**

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 4.2-3. Indicador %FSI del primer cuartil del F16 (2015), Marca Verde**

MES	X Muestra	DIA	LOTE	LAGTIME	Y (Metrica) FSI
ABRIL	1	4/2/2015	LGU2A1047 V02OCT15	92	61%
	2	4/3/2015	LGU1A1102 V03OCT15	80.00	53%
	3	4/5/2015	LGU1B2110 V05OCT15	72.00	48%
	4	4/6/2015	LGU1B0650 V06OCT15	74.00	49%
	5	4/8/2015	LGU2A1630 V08OCT15	93.00	62%
	6	4/9/2015	LGU1A1420 V09OCT15	90.00	60%
	7	4/10/2015	LGU3A1203 V010OCT15	94.00	63%
	8	4/12/2015	LGU1B0931 V012OCT15	86.00	57%
	9	4/14/2015	LGU5A0631 V014OCT15	70.00	47%
	10	4/15/2015	LGU2A1247 V15OCT15	97.00	65%
	11	4/16/2015	LGU2B1015 V16OCT15	69.00	46%
	12	4/18/2015	LGU1A1159 V18OCT15	71.00	47%
	13	4/18/2015	LGU5A0002 V18OCT15	74.00	49%
	14	4/20/2015	LGU3A1521 V20OCT15	91.00	61%
	15	4/21/2015	LGU1B0421 V21OCT15	82.00	55%
	16	4/21/2015	LGU3A0938 V21OCT15	86.00	57%
	17	4/22/2015	LGU2B1138 V23OCT15	78.00	52%
	18	4/23/2015	LGU3A0938 V21OCT15	89.00	59%
	19	4/29/2015	LGU2A1107 V29OCT15	90.00	60%
	20	4/30/2015	LGU2A1153 V30OCT15	95.00	63%
MAYO	21	5/1/2015	LGU2B1043 V01NOV15	78.00	52%
	22	5/4/2015	LGU3A1500 V04NOV15	65.00	43%
	23	5/5/2015	LGU3A1443 V05NOV15	63.00	42%
	24	5/6/2015	LGU2A1108 V06NOV15	80.00	53%
	25	5/7/2015	LGU2A1131 V07NOV15	69.00	46%
	26	5/8/2015	LGU5A2141 V08NOV15	78.00	52%
	27	5/10/2015	LGU1A1534 V10NOV15	69.00	46%
	28	5/11/2015	LGU2B2315 V11NOV15	75.00	50%
	29	5/13/2015	LGU1B0610 V13NOV15	59.00	39%
	30	5/15/2015	LGU1A1314 V15NOV15	79.00	53%
	31	5/16/2015	LGU2A1147 V16NOV15	67.00	45%
	32	5/16/2015	LGU1B1428 V16NOV15	80.00	53%
	33	5/17/2015	LGU2A1918 V17NOV15	96.00	64%
	34	5/18/2015	LGU2B0950 V18NOV15	90.00	60%
	35	5/19/2015	LGU3A1513 V 19NOV15	89.00	59%
	36	5/24/2015	LGU2A1029 V24NOV15	60.00	40%
	37	5/25/2015	LGU2A1428 V25NOV15	86.00	57%
	38	5/27/2015	LGU1A1625 V27NOV15	79.00	53%
	39	5/28/2015	LGU5A1701 V28NOV15	82.00	55%
	40	5/29/2015	LGU1B1025 V29NOV15	89.00	59%
JUNIO	41	6/1/2015	LGU3A1224 V01DIC15	72.00	48%
	42	6/2/2015	LGU1B0237 V02DIC15	70.00	47%
	43	6/2/2015	LGU1B0720 V02DIC15	71.00	47%
	44	6/3/2015	LGU3A1127 V03DIC15	75.00	50%
	45	6/5/2015	LGU1A1519 V05DIC15	59.00	39%
	46	6/6/2015	LGU3A1817 V06DIC15	65.00	43%
	47	6/8/2015	LGU2A1147 V08DIC15	56.00	37%
	48	6/10/2015	LGU2B0532 V010DIC15	59.00	39%
	49	6/12/2015	LGU3A0719 V012DIC15	74.00	49%
	50	6/16/2015	LGU2A1458 V16DIC15	52.00	35%
	51	6/17/2015	LGU3A2258 V16DIC15	54.00	36%
	52	6/18/2015	LGU2A0924 V17DIC15	80.00	53%
	53	6/19/2015	LGU3A1352 V17DIC15	84.00	56%
	54	6/20/2015	LGU3A0954 V18DIC15	83.00	55%
	55	6/22/2015	LGU1A1216 V20DIC15	87.00	58%
	56	6/23/2015	LGU2B1759 V22DIC15	79.00	53%
	57	6/24/2015	LGU3A0936 V24DIC15	82.00	55%
	58	6/26/2015	LGU1A1426 V26DIC15	78.00	52%
	59	6/27/2015	LGU1B1150 V27DIC15	85.00	57%
	60	6/28/2015	LGU2A0927 V28DIC15	70.00	47%

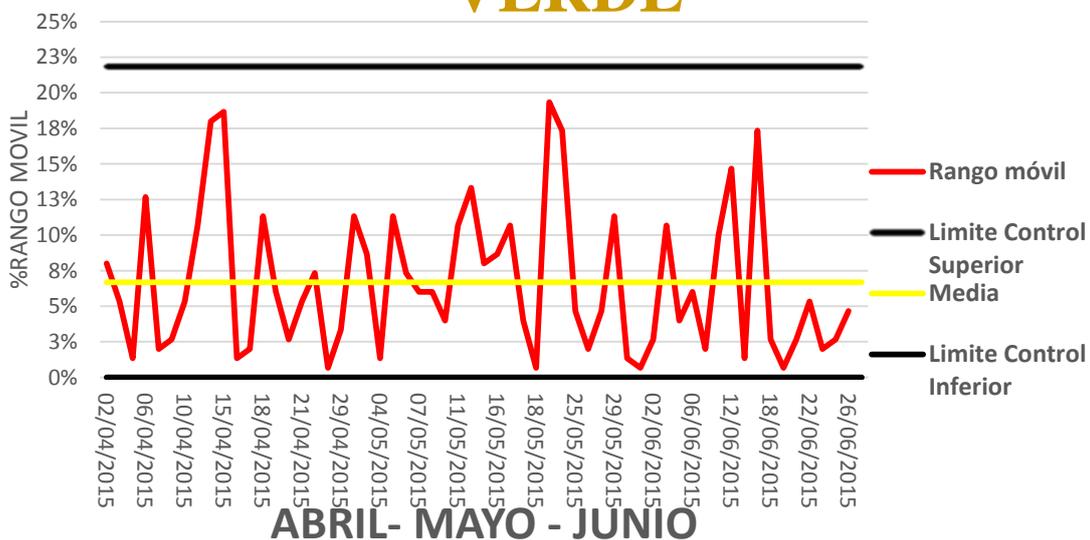
# VERDE



**Grafico 4.2-5. Carta de control-I, VERDE**

FUENTE: Elaboración propia

# VERDE



**Grafico 4.2-6. Carta de control- MR, VERDE**

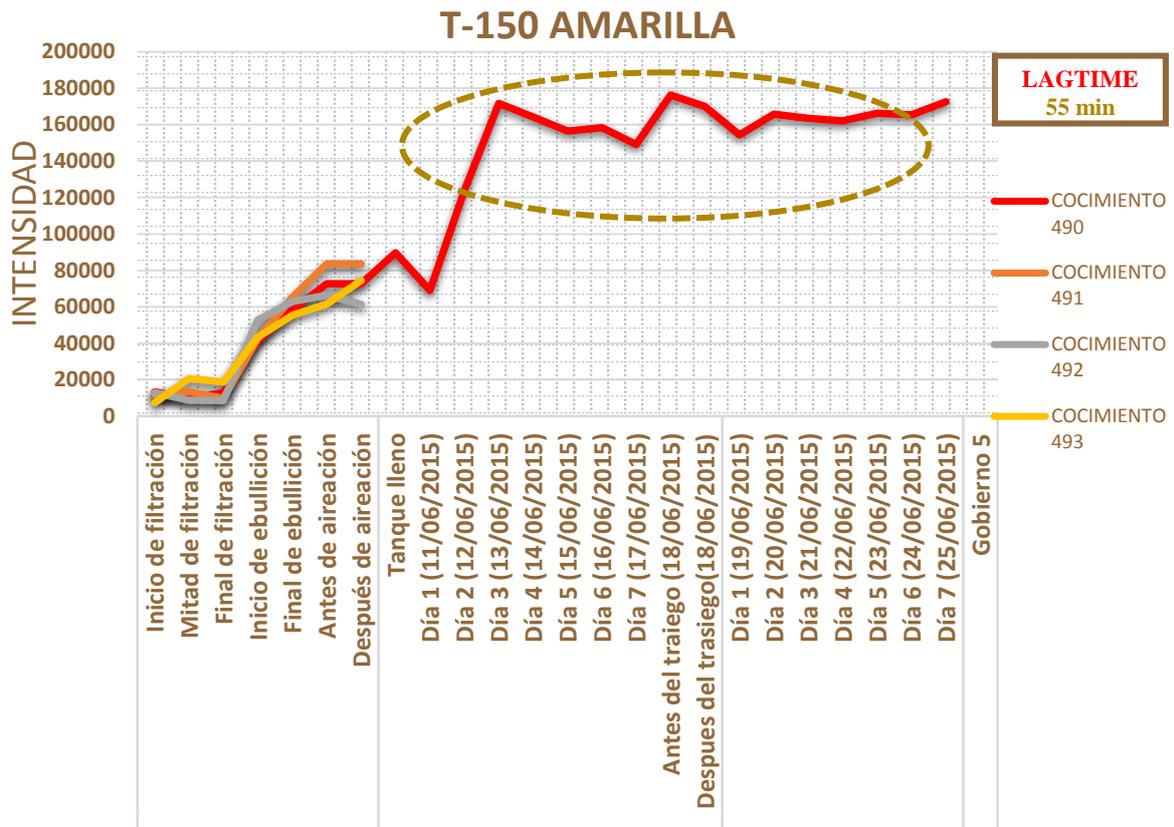
FUENTE: Elaboración propia

### **4.3. Subdividir el Problema**

En esta etapa se identifican las áreas que más afectan al problema, a continuación, se presentaran las gráficas T-150 de todo el proceso de elaboración de cerveza de las tres marcas principales y podremos observar con claridad en qué fase ocurren el incremento de intensidades. Generando así una disminución en el indicador %FSI.

Tabla 4.3-1. Intensidades T-150, Marca AMARILLA

<b>T-150: AMARILLA FV 24</b>					
<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COCIMIENTO</b>			
		<b>490</b>	<b>491</b>	<b>492</b>	<b>493</b>
<b>COCINA</b>	Inicio de filtración	13200	11400	12879	7260
	Mitad de filtración	10064	13472	8741	20543
	Final de filtración	12757	9723	8537	18628
	Inicio de ebullición	41232	42719	52737	43365
	Final de ebullición	58030	65056	62904	55370
	Antes de aireación	72609	83445	66347	61476
	Después de aireación	72609	83445	61339	74459
<b>FERMENTACIÓN</b>	Tanque lleno	89642			
	Día 1 (11/06/2015)	69021			
	Día 2 (12/06/2015)	123879			
	Día 3 (13/06/2015)	171752			
	Día 4 (14/06/2015)	164139			
	Día 5 (15/06/2015)	156526			
	Día 6 (16/06/2015)	158419			
	Día 7 (17/06/2015)	149031			
	Antes del traiego (18/06/2015)	176279			
	Después del trasiego(18/06/2015)	169890			
<b>MADURACIÓN SV 3</b>	Día 1 (19/06/2015)	154336			
	Día 2 (20/06/2015)	165733			
	Día 3 (21/06/2015)	163501			
	Día 4 (22/06/2015)	162033			
	Día 5 (23/06/2015)	166350			
	Día 6 (24/06/2015)	165328			
	Día 7 (25/06/2015)	172553			
<b>BBT</b>	Gobierno 5	179546			
<b>PRODUCTO TERMINADO</b>	LGU1A1905 V26DIC15	Lagtime:		55 min	

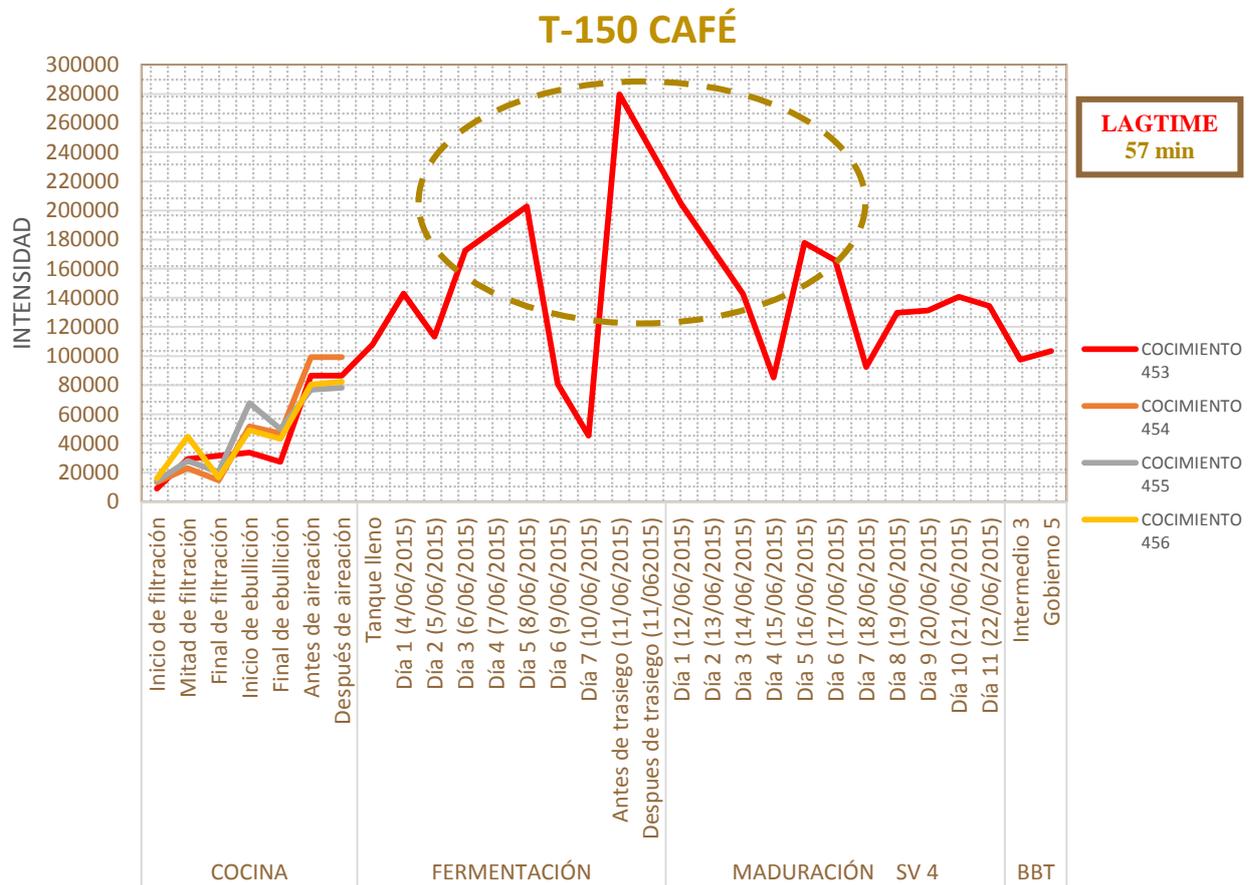


**Grafico 4.3-1. T-150, AMARILLA**

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 4.3-2. Intensidades T-150, CAFÉ

<b>T-150: CAFE FV 29</b>					
<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COCIMIENTO</b>			
		<b>453</b>	<b>454</b>	<b>455</b>	<b>456</b>
<b>COCINA</b>	Inicio de filtración	8841	13253	14171	15977
	Mitad de filtración	29297	23024	28070	44665
	Final de filtración	31560	14543	20439	16595
	Inicio de ebullición	33743	51615	67659	49080
	Final de ebullición	27392	46905	49844	43127
	Antes de aireación	86612	99210	76955	80453
	Después de aireación	86612	99210	78128	82430
<b>FERMENTACIÓN</b>	Tanque lleno	108106			
	Día 1 (4/06/2015)	142844			
	Día 2 (5/06/2015)	113383			
	Día 3 (6/06/2015)	172389			
	Día 4 (7/06/2015)	187527			
	Día 5 (8/06/2015)	202666			
	Día 6 (9/06/2015)	80946			
	Día 7 (10/06/2015)	45328			
	Antes de trasiego (11/06/2015)	279787			
	Después de trasiego (11/06/2015)	242186.5			
<b>MADURACIÓN SV 4</b>	Día 1 (12/06/2015)	204586			
	Día 2 (13/06/2015)	173594			
	Día 3 (14/06/2015)	142602			
	Día 4 (15/06/2015)	85328			
	Día 5 (16/06/2015)	177715			
	Día 6 (17/06/2015)	165693			
	Día 7 (18/06/2015)	92522			
	Día 8 (19/06/2015)	129788			
	Día 9 (20/06/2015)	131384			
	Día 10 (21/06/2015)	140668			
	Día 11 (22/06/2015)	134296			
<b>BBT</b>	Intermedio 3	97540			
	Gobierno 5	103391			
<b>PRODUCTO TERMINADO</b>	LGU3A1913 V23DIC15	Lagtime:		57 min	

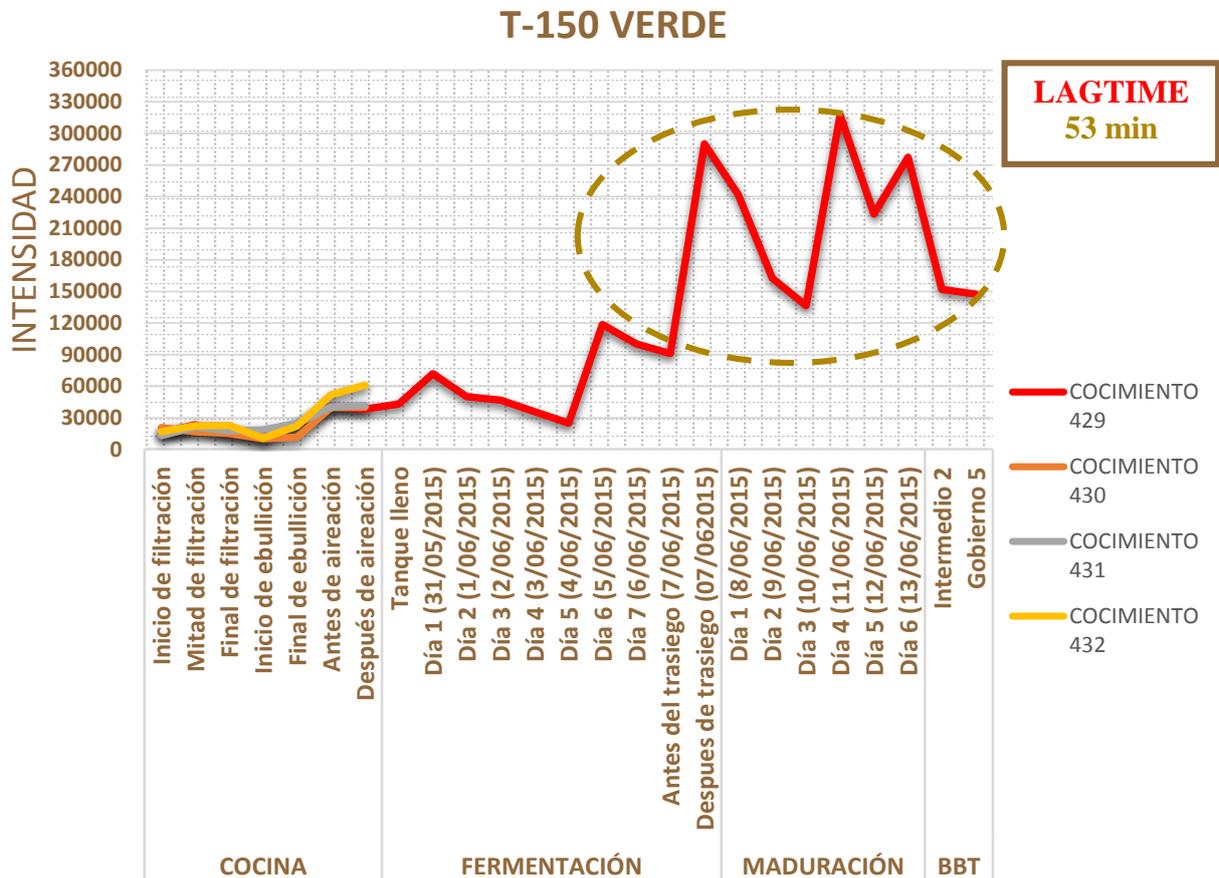


**Grafico 4.3-2. T-150, CAFÉ**

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 4.3-3. Intensidades T-150, VERDE**

<b>T-150: VERDE FV 4</b>					
<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COCIMIENTO</b>			
		<b>429</b>	<b>430</b>	<b>431</b>	<b>432</b>
<b>COCINA</b>	Inicio de filtración	15349	20564	12982	16759
	Mitad de filtración	23320	16651	21146	22502
	Final de filtración	14478	15184	17565	22730
	Inicio de ebullición	11225	10149	18533	10707
	Final de ebullición	23834	11471	24452	22089
	Antes de aireación	40631	39613	40174	51813
	Después de aireación	38331	40148	41614	60806
<b>FERMENTACIÓN</b>	Tanque lleno	43057			
	Día 1 (31/05/2015)	71829			
	Día 2 (1/06/2015)	49918			
	Día 3 (2/06/2015)	46569			
	Día 4 (3/06/2015)	35708			
	Día 5 (4/06/2015)	24756			
	Día 6 (5/06/2015)	118618			
	Día 7 (6/06/2015)	100041			
	Antes del trasiego (7/06/2015)	91084			
	Después de trasiego (07/06/2015)	290047			
<b>MADURACIÓN SV 1</b>	Día 1 (8/06/2015)	241932			
	Día 2 (9/06/2015)	162456			
	Día 3 (10/06/2015)	136448			
	Día 4 (11/06/2015)	317437			
	Día 5 (12/06/2015)	223555			
	Día 6 (13/06/2015)	277281			
<b>BBT</b>	Intermedio 2	151864			
	Gobierno 5	147267			
<b>PRODUCTO TERMINADO</b>	LGU2B0149 V16DIC15	Lagtime:		53min	



**Grafico 4.3-3. T-150, VERDE**

FUENTE: Elaboración propia

Como podemos observar en las gráficas anteriores, las intensidades tienen un crecimiento alarmante, éstas se dan desde la fase de fermentación hasta la de maduración. Especialmente después del trasiego, es decir el cambio de cerveza verde desde los tanques de fermentación a los tanques de maduración.

Los valores promedio en las fases de fermentación y maduración según las normas SABMILLER son las siguientes:

**Tabla 4.3-4. Promedio de intensidades T-150 según la empresa**

<b>FASE</b>	<b>INTENSIDADES PROMEDIO</b>
Fermentación	35000
Maduración	42000

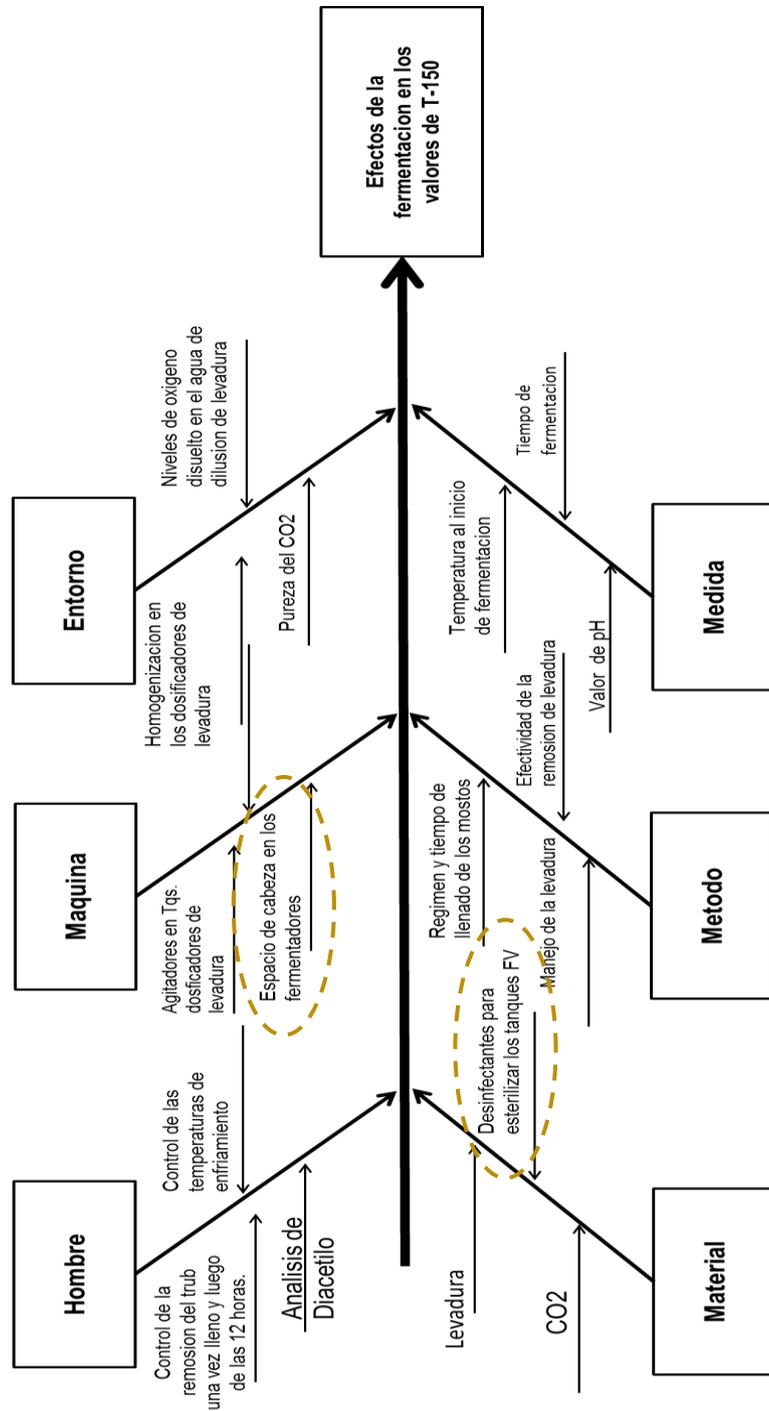
FUENTE: Elaboración propia

Sin embargo, en las gráficas realizadas podemos ver valores mucho más superiores a los establecidos. Por ello, nos enfocaremos en controlar los procedimientos que se llevan a cabo desde la etapa de fermentación.

Nuestro enfoque se dará en la etapa de trasiego ya que podemos observar un incremento inusual después de ello.

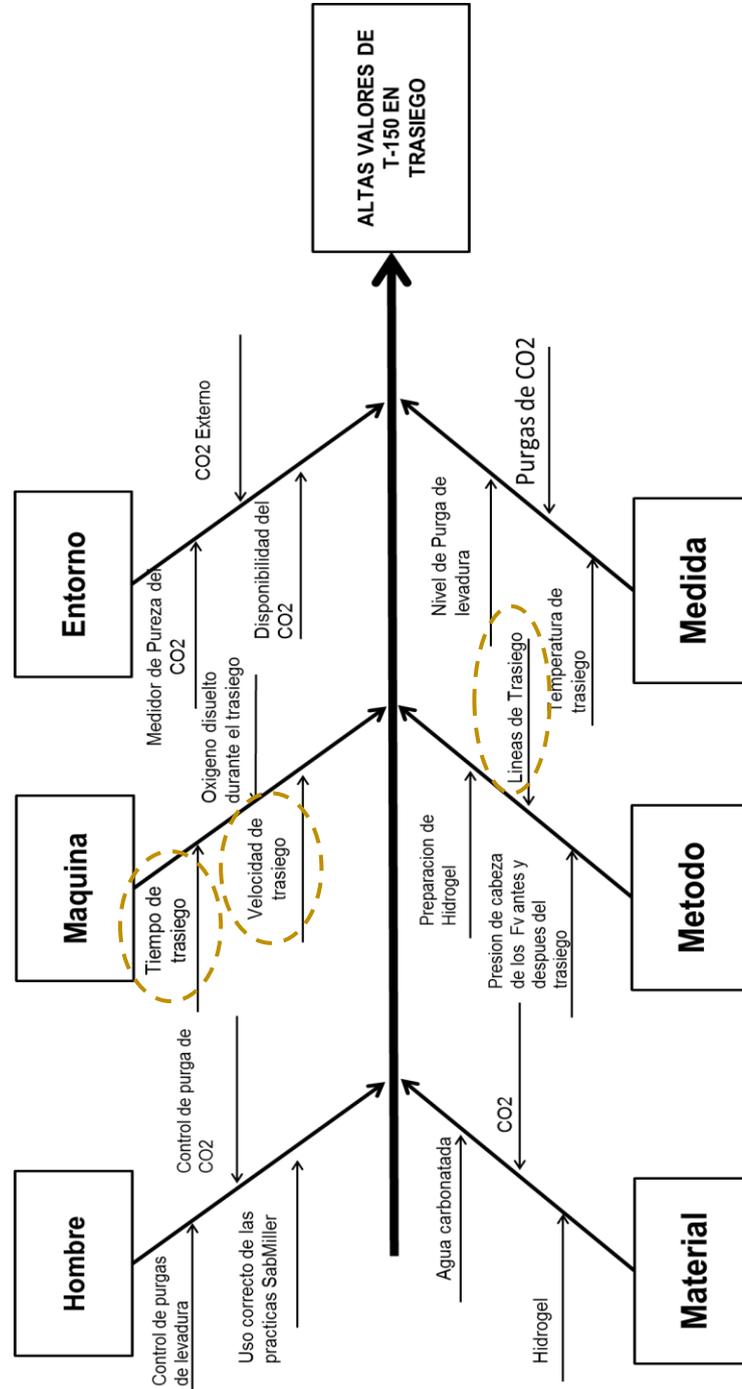
#### 4.4. Análisis Causa Raíz

Grafico 4.4-1. Efectos de la fermentación en los valores de T-150



FUENTE: Elaboración propia

Grafico 4.4-2. Altos valores de T-150 en trasiego

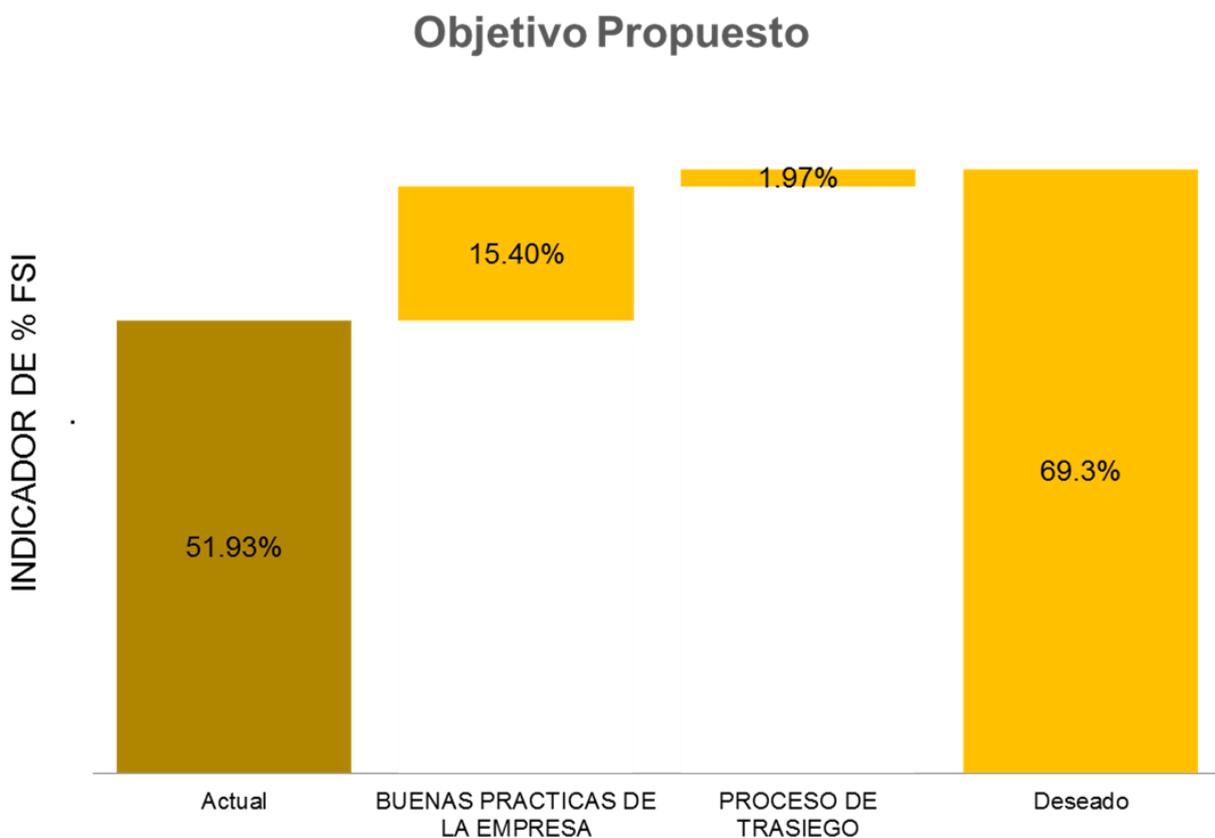


FUENTE: Elaboración propia

#### 4.5. Cuantificar la Meta

Una vez encontradas las causas raíz de los diferentes puntos se escogen las más representativas para ser atacadas.

No necesariamente se acogerán todas, pero si las más representativas, las que más peso tienen, y/o las más factibles de implementar.



**Gráfico 4.5-1. Objetivo propuesto**

FUENTE: Elaboración propia

Como ya establecimos anteriormente, nuestro indicador decreció a un 51.93%, por lo que estimamos volver a obtener el promedio del F14 de 68% aprox. Si controlamos las practicas realizadas tanto en el área de elaboración como en calidad.

Para lograr subir nuestro indicador y cumplir con la meta establecida, nos enfocaremos en optimizar el proceso de trasiego para evitar el ingreso de oxígeno en el momento del traspaso.

#### 4.6. Planificación

**Tabla 4.6-1. Planificación de actividades**

		¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Porque?	¿Como?
FASE PRELIMINAR	<b>Evaluación del problema a partir de las graficas de control durante el primer cuartil del F16 (2015)</b>	Analista de calidad/ Pasante de calidad	Area de calidad	1/4/2015	Identificar el problema	Realizar cartas de control del Indicador FSI% Vs. primer cuartil (Abril-Mayo-Junio)
	<b>Caracterización de curvas de T-150 de las marcas amarilla, café y verde partiendo desde fases de Cocina hasta obtener Lagtime en P.T.</b>	Analista de calidad/ Pasante de calidad	Cocina Bodega de frio Ebotellado	25/05/2015 - 25/6/2015	Evaluación de las curvas T-150	Toma de muestras en los tanques de prueba
FASE COCIMIENTO	<b>Elaboración de registro para controlar el tiempo total de la fase térmica</b>	Analista de calidad/ Pasante de calidad	Area de calidad	15/07/2015	Retraso de tiempo afecta a la estabilidad de la cerveza	Creacion de registro para operadores de cocina
ENFOQUE EN TRASIEGO	<b>Evaluar los efectos de emborrachamiento de SV</b>	Analista de calidad/Lider de elaboracion/ Pasante de calidad	Bodega de frio	15/06/2015	Verificar la normativa acerca del tiempo en los emborrachamientos	Reuniones sobre el indicador FSI
	<b>Empuje de FV</b>	Analista de calidad/Lider de elaboracion/ Pasante de calidad			Posible ingreso de Oxigeno	Operadores de Mosto
	<b>Purga de línea de trasiego con CO2 y velocidad de trasiego</b>	Analista de calidad/Lider de elaboracion/ Pasante de calidad			Evitamos cualquier contaminación	Operador de Mosto
	<b>Verificar el correcto procedimiento del CIP en trasiego, FV y SV</b>	Analista de calidad/Lider de elaboracion/ Pasante de calidad		7/07/2015- 31/07/2015	Verificar la velocidad en la que ingresa el CO2	Lider de elaboracion/ operador de mejoras
	<b>Aseguramiento de la purga de tanques SV y FV cada 24 horas</b>	Analista de calidad/Lider de elaboracion/ Pasante de calidad		A partir del 1/04/2015	Normativa SabMiller para el proceso	Operador de Mosto
AREA DE CALIDAD	<b>Mantenimiento de buenas prácticas SAB Miller en la toma de muestra para el analisis ESR</b>	Analista de calidad/ Pasante de calidad	Area de calidad	A partir del 1/04/2015	Normativa SabMiller de la tecnica ESR	Capacitacion y conocimiento de la tecnica ESR

#### 4.7. Diagrama de Gantt

N°	ACTIVIDADES	ABRIL					MAYO					JUNIO									
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5					
1	Observar los resultados del indicador FSI mediante graficas de control durante el primer cuartil del F16 (2015)																				
2	FASE PRELIMINAR Caracterización de curvas de T-150 de Pilsener, Club y Pilsener Light partiendo desde fases de Cocina hasta obtener Lagtime en P. T.																				
3		• Evaluar la técnica de ESR para la realización del análisis																			
4		• Evaluar los efectos de emborrachamiento de SV y empuje de FV.																			
5	DISEÑO DE TRASIEGO • Evaluar los efectos purga de línea de trasiego con CO2 y velocidad de trasiego.																				
MEJORAS																					
6	COCINA Elaboración de registro para controlar el tiempo total de la fase técnica																				
7	Realizar reuniones semanales enfocadas en el progreso del Indicador %FSI																				
8	FERMENTACION, MADURACION Y TRASIEGO Aseguramiento de la purga de tanques FV Y SV cada 24 horas																				
9	Evaluar el procedimiento de limpieza (CIP) en los tanques FV y SV al igual que en la línea de trasiego																				
10	Mantenimiento de buenas practicas SABMILLER en la toma de muestras y analisis de LACTIME																				





Este registro nos ayudara a controlar los tiempos térmicos en cada fase de cocimiento. Ya que, al realizar la trazabilidad en las tres marcas de cerveza, nos dimos cuenta que estos tiempos no se encuentran en los parámetros establecidos.

**Tabla 4.8-2. Registro de mostos con mayor tiempo de fase térmica**

N° MOSTO	EBULLICION PRESURIZADA 2.8 Bar		EBULLICION AL AMBIENTE		BOMBEO AL WHIRLPOOL		REPOSO		ENFRIAMIENTO INGRESO AL FERMENTADOR		LAG TIME
	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	
453	109	50	103	35	102	11	97	40	13° c	<60	AMARILLA FV 29
454	110	75	101	20	100	10	96	25	13		FV 29 LAGTIME
455	103	40	99	25	98	12	95	22	14		LAGTIME
456	104	37	103	20	101	10	99	26	12		55 min
429	105	41	98	30	97	10	94	25	13		CAFE 4 LAGTIME
430	100	40	105	40	104	12	95	20	12		LAGTIME
431	103	39	92	25	92	13	91	30	14		57 min
432	107	35	105	22	104	12	95	21	14		
490	104	45	101	16	100	12	95	22	13		VERDE FV
491	98	41	98	20	98	10	94	20	13		24 LAGTIME
492	84	50	102	22	102	10	93	23	13		53 min
493	103	36	100	19	100	11	95	25	12		

Algunas causas por los retrasos fueron las siguientes:

- El CIP (clean in place) en la línea de mosto para el traslado de cocina a bodega de frío tuvo un retraso considerable. Esto ocasiona que el mosto tenga más tiempo térmico en la fase de cocimiento, aumentando los niveles de TBZ (Ácido Tiobarbiturico), que tiene una relación directa con la estabilidad del sabor de la cerveza.
- Filtración difícil. Se termina la filtración manualmente
- Reposa en paila de hervir por más tiempo del establecido, por ocupación del filtro en el mosto anterior.
- Se cambia la receta.

Estas son causas comunes en el área de proceso, que pueden ser mejoradas si controlamos más la planificación de los cocimientos de los mostos al igual que la limpieza de las líneas y equipos, para poder realizar los trasposos a la siguiente fase.

#### **4.8.2. Fase trasiego**

- Evaluar los efectos de emborrachamiento de SV
- Empuje de FV
- Purga de línea de trasiego con CO<sub>2</sub>
- Velocidad de trasiego
- Verificar el correcto procedimiento del CIP en trasiego, FV y SV
- Aseguramiento de la purga de tanques SV y FV cada 24 horas

Para poder entender las mejoras que se desean realizar en la fase de trasiego, primero debemos conocer cuál es el procedimiento actual desde la fase de fermentación:

#### **4.9.2.1 Fermentación**

Para empezar la fase de fermentación la temperatura baja a 7 – 10 °C (fase 1). Una vez que la temperatura se encuentre entre esos valores se inicia la inyección de aire y se dosifica la levadura necesaria para el proceso de fermentación.

La levadura se encarga de transformar los azúcares fermentables en alcohol y gas carbónico.

Durante la fermentación se debe controlar el peso y la temperatura, para evitar que la levadura produzca otros compuestos (alcoholes superiores, esteres Etc.) que puedan afectar el sabor o aroma del producto.

Cuando el extracto se encuentre entre 8.5 – 9°P, el programa automáticamente pasa a la fase 2 e inicia el incremento de temperatura de  $(11.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C})$  a  $(15.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C})$ . El sistema desconecta automáticamente el frío. El tiempo que demora el proceso en alcanzar la temperatura de descenso de diacetilo es de  $32 \pm 12$  horas, luego permanece en fase 3 (descanso de Diacetilo) por un tiempo de  $(60 \pm 12)$  horas).

**Tabla 4.8-3. Parámetros de control – Fases de elaboración de cerveza**

FASE	TEMPERATURA °C		TIEMPO [H]	INICIO DE FASE [H]
	Target	Rango		
0 <sup>[1]</sup>	10.5	±0.5	8 ± 1	.....
1	11.5	±0.5	72 ± 12	0
2	11.5 a 15.5	±0.5	32 ± 12	80 ± 12
3	15.5	±0.5	60 ± 12	112 ± 12
4	15.5 a 5	±0.5	40 ± 12	162 ± 12
5 <sup>[2]</sup>	5 a -2	.....	6 ± 2	210 ± 12
6 <sup>[3]</sup>	-1.5 a -2.5	±0.5	72 – 192	216 ± 12

FUENTE: Elaboración propia

A partir de la llenada de un tanque fermentador, se genera CO<sub>2</sub> y se procede a medir la pureza para empezar la etapa de recuperación.

Cuando se alcanza la pureza de CO<sub>2</sub>, se realiza el cambio abriendo la válvula de la tubería de recuperación (hacia los compresores booster) y cerrando la válvula que se encuentra dirigido al ambiente.

La recuperación de CO<sub>2</sub> se realiza durante todo el tiempo de fermentación hasta terminar fase 3 y empezar el proceso de enfriamiento.

La levadura es retirada máximo 24 horas de haber alcanzado el punto 0 de fermentación (fase 4). Antes de cosechar la levadura, se debe purgar entre 15-20% de esta levadura, la misma que es envía a los colectores de levadura para posteriormente ser enviada al secador.

El proceso normalmente dura 7 días, luego de 5 días se ha alcanzado el extracto límite y se enfría la cerveza.

#### **4.9.2.2 Maduración**

Durante la maduración se refina el sabor y aroma, se clarifica la cerveza y se le da mayor estabilidad fisicoquímica por precipitación de compuestos en frío.

Para poder llevar la cerveza contenida en los fermentadores a la etapa de maduración, se posee actualmente el sistema de TRASIEGO. (5 a -2 °C).

#### **4.9.2.3 Sistema de trasiego actual**

Para optimizar el tiempo en el cual la cerveza baja de 5 a -2°C. Cervecería Nacional posee el sistema de trasiego, cuyo procedimiento se describe a continuación:

1. Las líneas que conforman el sistema de trasiego y el tanque receptor, debe estar limpias y sanitizadas, incluyendo los accesorios: codos, teléfonos de acero inoxidable y espejos.
2. Se procede a ingresar  $CO_2$  al 99.99% de pureza en el tanque receptor o SV durante 1 hora si es un tanque de 5000hl y 2 horas para los tanques de 1000hl con la finalidad de reducir el nivel de oxígeno al interior del tanque.
3. Se debe conectar el codo de trasiego desde el tanque a trasegar o FV hacia la línea de trasiego. Luego de esto se introduce aire por la parte superior del tanque, para así generar una presión de 0.5 bar que ayude durante todo el trasiego. El ingreso de aire debe ser constante durante todo el trasiego para

que durante el momento en que se vacía el tanque exista una presión positiva dentro del mismo.

4. El operador de recepción debe verificar que las conexiones de tuberías y accesorias sean las adecuadas para armar la línea por la cual va fluir la cerveza desde el tanque a trasegar hasta el tanque receptor.
5. El operador debe verificar los codos que se encuentran en los espejos para que los tanques queden correctamente comunicados.
6. El operador de recepción abre la válvula del FV y la válvula de bypass más próxima al SV. Con la finalidad de retirar el agua de enjuague del CIP, y comprobar que la comunicación entre tanques es la correcta y no haya presencia de fugas y pérdida de cerveza.
7. Una vez que la instalación de trasiego sea la correcta, se procede a encender la bomba de trasiego, verificando que el medidor de caudal exista flujo. El caudal operativo es de 1000/hl.
8. Se activa el sistema de ingreso de amoníaco al intercambiador de calor de placas, para así enfriar desde de 5 a  $-2^{\circ}\text{C}$ .
9. Se procede a activar la inyección de  $\text{CO}_2$  en línea. Para eso tenemos un sistema de inyección conformado por válvulas, medidor de metros cúbicos normales de  $\text{CO}_2$  y un mezclador estático que posee por dentro unas placas que permiten la homogenización del  $\text{CO}_2$  en la cerveza. Además, se cuenta con

un medidor en línea por electrolisis que nos permite conocer la concentración de CO<sub>2</sub> : 2.45 a 2.55 % v/v, durante el trasiego.

10. Se mide Oxígeno en líquido en el tanque receptor, por cada 2000hl de cerveza trasegada. Esta actividad se lo realiza con un medidor portátil Orbisphere.
11. En el momento, en el cual el operador de recepción verifica que resta 150hl para finalizar el trasiego, se procede a desactivar el sistema de enfriamiento del trasiego.
12. Para finalizar la operación de trasiego participan dos operadores, uno de ellos se va encontrar cerca del interruptor de la bomba de trasiego, mientras el otro se ubica cerca del visor del tanque que está próximo a vaciar. Cuando este último visualice la ausencia de cerveza en el visor comunica por radio con el compañero para que desactive la bomba y apague la dosificación de CO<sub>2</sub> en línea.
13. Luego se procede a cerrar válvulas de los dos tanques. Inmediatamente, el operador procede a cerrar la válvula de ingreso al FV y evacuar el aire por la línea que conecta al ambiente dejándolo con una presión interna mayor entre 0.3 y 0.4 bares para posteriormente hacer la limpieza del tanque.
14. Para Recuperar la cerveza que se encuentra en la línea de trasiego se debe empujar con agua carbonatada, para esto el operador debe visualizar la presencia de agua en el visor del tanque receptor para que inmediatamente abra la válvula de drenaje y cierre la válvula de ingreso al tanque.

15.El agua carbonatada posee un promedio de 2.00CO<sub>2</sub>%v/v y 5 ppb deCO<sub>2</sub>.

16.La línea de trasiego queda limpia y presurizada con agua carbonatada, para próxima producción.

A continuación, se presentan las mejoras que serán implementadas y evaluadas mediante análisis de T-150.:

**Tabla 4.8-4. Mejoras en el proceso de Trasiego**

ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4
<p>FV</p> <p>El tanque se encuentra parcialmente lleno. (Espacio de cabeza rico en CO<sub>2</sub>, lo que se produce a partir de la fermentación).</p>	<p>FV</p> <p>Continúa en estado 1</p>	<p>FV</p> <p>Primero se realiza el empuje a partir de la gravedad pero por física se sabe que no se logrará traspasar toda la cerveza. Por lo que se realiza un empuje con aire después del CO<sub>2</sub> proveniente de la fermentación. Este empuje con aire genera una presión de 0.5 bar que ayudará durante todo el trasiego.</p> <p><b>MEJORA</b></p> <p>Empujar el tanque primero con CO<sub>2</sub> aproximado (2 h), para evitar el vacío, formando un colchón de CO<sub>2</sub> más seguro para luego pasar aire y evitar contaminación.</p>	<p>FV</p> <p>Vacío con presión interna mayor entre 0.3 y 0.4 bares para posteriormente hacer la limpieza del tanque.</p>
<p>SV</p> <p>El tanque se encuentra vacío, despresurizado con atmósfera. Mezcla de aire y CO<sub>2</sub>.</p>	<p>SV</p> <p>El tanque se emborracha con CO<sub>2</sub>. (1h), si es un tanque de 5000hl y 2 horas si es de 1000hl, a 1/2 de apertura de la válvula.</p> <p><b>MEJORA</b></p> <p>Se plantea emborrachar en un tiempo mayor a la práctica actual. Se realizará una prueba con el doble de horas de emborrachamiento. con 1/4 de apertura de la válvula. A una presión regulada de 0,5 bar. (Alcanzando 0,2% de impureza)</p>	<p>SV</p> <p>Se realiza el empuje de cerveza sin prender la bomba a un caudal de 800 hl/h durante una hora. Después se prende la bomba a 1000hl/h hasta que se vacíe el FV.</p> <p><b>MEJORA</b></p> <p>El empuje de cerveza sin bomba durará dos horas para un tanque de 5000hl y 4 horas para un tanque de 1000hl a un caudal de 700hl/h. Luego se prenderá la bomba hasta llegar a un caudal de 800-900hl/h.</p>	<p>SV</p> <p>Lleno de cerveza</p>
<p>LINEA DE TRASIEGO</p> <p>Se encuentra llena de agua carbonatada (ocurre después de cada trasiego.)</p>	<p>LINEA DE TRASIEGO</p> <p>Se debe conectar el codo de trasiego desde el tanque a trasegar o FV hacia la línea de trasiego. El operador de recepción debe verificar que las conexiones de tuberías y accesorias sean las adecuadas para armar la línea por la cual va a fluir la cerveza desde el tanque a trasegar hasta el tanque receptor.</p>	<p>LINEA DE TRASIEGO</p> <p>El operador de recepción abre la válvula del FV y la válvula de bypass más próxima al SV. Con la finalidad de retirar el agua de enjuague del CIP, y comprobar que la comunicación entre tanques es la correcta y no haya presencia de fugas y pérdida de cerveza.</p>	<p>LINEA DE TRASIEGO</p> <p>Para recuperar la cerveza que se encuentra en la línea de trasiego se debe empujar con agua carbonatada. La línea de trasiego queda limpia y presurizada con agua carbonatada, para próxima producción.</p> <p><b>MEJORA</b></p> <p>Se desea purgar el agua carbonatada de la línea para luego contrapresionar con CO<sub>2</sub>.</p>

#### 4.8.3. Verificar la correcta desinfección del CIP en las líneas de trasiego, FV y SV

Antes de realizar un CIP en FV-SV y líneas, se verificaba que las concentraciones de Soda y Ácido Nítrico sean de 2%, 1.4% respectivamente para obtener datos aceptables. Mediante valoración ácido -base

Conoceremos primero las etapas de limpieza que se realizan en los CIPs de los tanques FY-SV y de líneas de trasiego.

**Tabla 4.8-5.** Receta actual para el CIP de FV-SV

FV Y SV	
Etapas	tiempo (min)
SHOTS CAUSTICOS	30
Enjuague ClO <sub>2</sub> 0,5%	10
Recirculación de Ácido	60
Desinfección ClO <sub>2</sub> 3%	7
Enjuague ClO <sub>2</sub> 0,5%	8
TOTAL	<b>115</b>

**Tabla 4.8-6.** Receta actual para la línea de trasiego

Líneas de trasiego y cerveza madura	
Etapas	tiempo (min)
Recirculación de Soda	30
Enjuague ClO <sub>2</sub> 0,5%	5
Recirculación de Ácido	30
Desinfección 3%	10
Enjuague ClO <sub>2</sub> 0,5%	5
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

#### 4.8.3.1. Pruebas químicas

Para verificar la eficiencia de enjuague después de cada reactivo (Soda/ácido), se realiza la titulación correspondiente.

Es decir, la verificación de la eliminación de soda luego del enjuague se realiza con fenolftaleína que debe ser incolora al ponerse en contacto con la muestra del enjuague.

Para verificar el correcto enjuague luego de la recirculación de ácido, se usa anaranjado de metilo cuyo viraje va del rojo al amarillo este último color es indicativo de que el enjuague es correcto.

#### **4.8.3.2. Pruebas microbiológicas**

En las operaciones de CIP se verifica también el aseo desde el punto de vista microbiológico con el medidor de trifosfato de adenosina (ATP) Luminómetro. Cualquier lectura mayor a 2.5 en el luminómetro es indicativo de que el tanque está sucio y debe volverse a ejecutar el CIP.

Se realizó un muestreo del agua de enjuague ClO<sub>2</sub> 0,5%.

A partir de siembras microbiológicas se evaluará la existencia de los siguientes parámetros controlados:

- Bacterias aeróbicas
- Levaduras
- Bacterias Anaerobias.

#### **4.8.4. Aseguramiento de la purga de tanques FV Y SV cada 24 horas**

Se realizó una reunión con los operadores de mosto y de cocina el lunes 22 junio del 2015, en el área de elaboración – Bodega de frio para notificarles sobre las actividades que se llevarán a cabo durante la ejecución del proyecto KAIZEN. Y la importancia de su participación y correctas prácticas de sus actividades.



**Figure 4.8-1. Reunión N1: Aseguramiento de purgas de levadura cada 24 horas.**

FUENTE: Elaboración propia

# CAPITULO V

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Registro de los mostos en fase térmica (COCINA) Actualizados.

Tabla 5.1-1. Registro de los mostos en fase térmica

N° MOSTO	PALADE HERVR		WHIRLPOOL		REPOSO		ENFRIAMIENTO INGRESO AL FERMENTADOR		LAG TIME
	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	
790	100	35	99	10	94	20	12	52	AMARILLA FV 18
791	101	34	100	10	95	21	13	50	FV 18
792	99	30	104	10	95	20	13	55	LAGTIME
793	103	40	102	10	95	20	14	53	104min
856	100	31	104	10	94	22	12	53	CAFÉ FV 33
857	105	34	100	10	93	20	12	52	LAGTIME
858	92	35	99	10	92	23	13	51	105min
859	105	35	101	10	94	20	13	52	105min
894	101	38	104	10	94	20	13	53	VERDE FV
895	100	40	102	9	95	21	12	51	10 LAGTIME
896	102	35	104	9	95	22	13	50	105 min
897	100	33	100	10	93	20	13	52	105 min

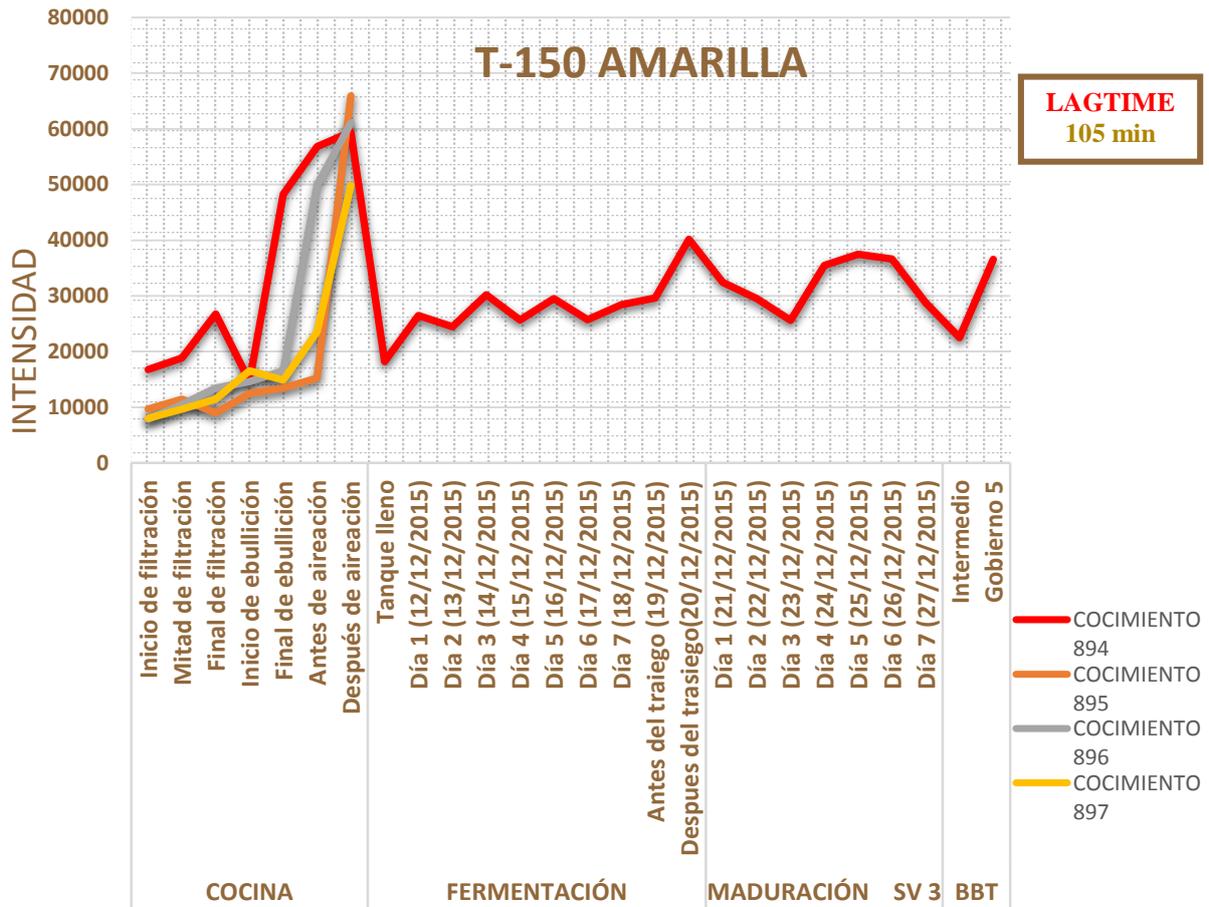
## 5.2. Resultados de tablas y gráficos T-150

Graficas de T-150 de las marcas: AMARILLA, CAFÉ Y VERDE después de realizar las mejoras en la fase de trasiego y los controles establecidos anteriormente.

Tabla 5.2-1. Resultados T-150, AMARILLA

T-150: AMARILLA FV 10					
ETAPA	DESCRIPCIÓN	COCIMIENTO			
		894	895	896	897
COCINA	Inicio de filtración	16760	9653	7896	8001
	Mitad de filtración	18860	11457	10457	9654
	Final de filtración	26764	8964	13466	11457
	Inicio de ebullición	14680	12478	14578	16548
	Final de ebullición	48288	13478	16547	14875
	Antes de aireación	56784	15246	49852	23546
	Después de aireación	59426	65892	61045	49856
FERMENTACIÓN	Tanque lleno	18227			
	Día 1 (12/12/2015)	26489			
	Día 2 (13/12/2015)	24457			
	Día 3 (14/12/2015)	30180			
	Día 4 (15/12/2015)	25648			
	Día 5 (16/12/2015)	29486			
	Día 6 (17/12/2015)	25710			
	Día 7 (18/12/2015)	28451			
	Antes del traiego (19/12/2015)	29634			
	Despues del trasiego(20/12/2015)	40156			
MADURACIÓN SV 3	Día 1 (21/12/2015)	32456			
	Día 2 (22/12/2015)	29487			
	Día 3 (23/12/2015)	25641			
	Día 4 (24/12/2015)	35461			
	Día 5 (25/12/2015)	37481			
	Día 6 (26/12/2015)	36598			
	Día 7 (27/12/2015)	28741			
BBT	Intermedio	22546			
	Gobierno 5	36541			
PRODUCTO TERMINADO	LGU2B1628 V28JUN16	Lagtime:	105		

FUENTE: Elaboración propia



**Grafico 5.2-1.** Disminución de Intensidades, AMARILLA

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.2-2. Resultados T-150, CAFÉ

T-150: CAFÉ FV 18					
ETAPA	DESCRIPCIÓN	COCIMIENTO			
		856	857	858	859
COCINA	Inicio de filtración	17436	21046	7712	8506
	Mitad de filtración	23281	11480	29686	16926
	Final de filtración	11880	9703	11250	8155
	Inicio de ebullición	12663	16340	21685	36420
	Final de ebullición	34196	13895	8248	11075
	Antes de aireación	25014	21991	21946	19887
	Después de aireación	49865	50145	42104	48632
FERMENTACIÓN	Tanque lleno	36548			
	Día 1 (17/12/2015)	30145			
	Día 2 (18/12/2015)	30176			
	Día 3 (19/12/2015)	17713			
	Día 4 (20/12/2015)	19549			
	Día 5 (21/12/2015)	18497			
	Día 6 (22/12/2015)	20154			
	Día 7 (23/12/2015)	24512			
	Antes del trasiego (24/12/2015)	30145			
	Después de trasiego (25/12/2015)	38415			
MADURACIÓN SV 1	Día 1 (26/12/2015)	30145			
	Día 2 (27/12/2015)	35984			
	Día 3 (28/12/2015)	33145			
	Día 4 (29/12/2015)	39541			
BBT	Intermedio 2	25430			
	Gobierno 5	36451			
PRODUCTO TERMINADO	LGU1B1834 V30JUN16	Lagtime:	104		

FUENTE: Elaboración propia

## T-150 CAFÉ

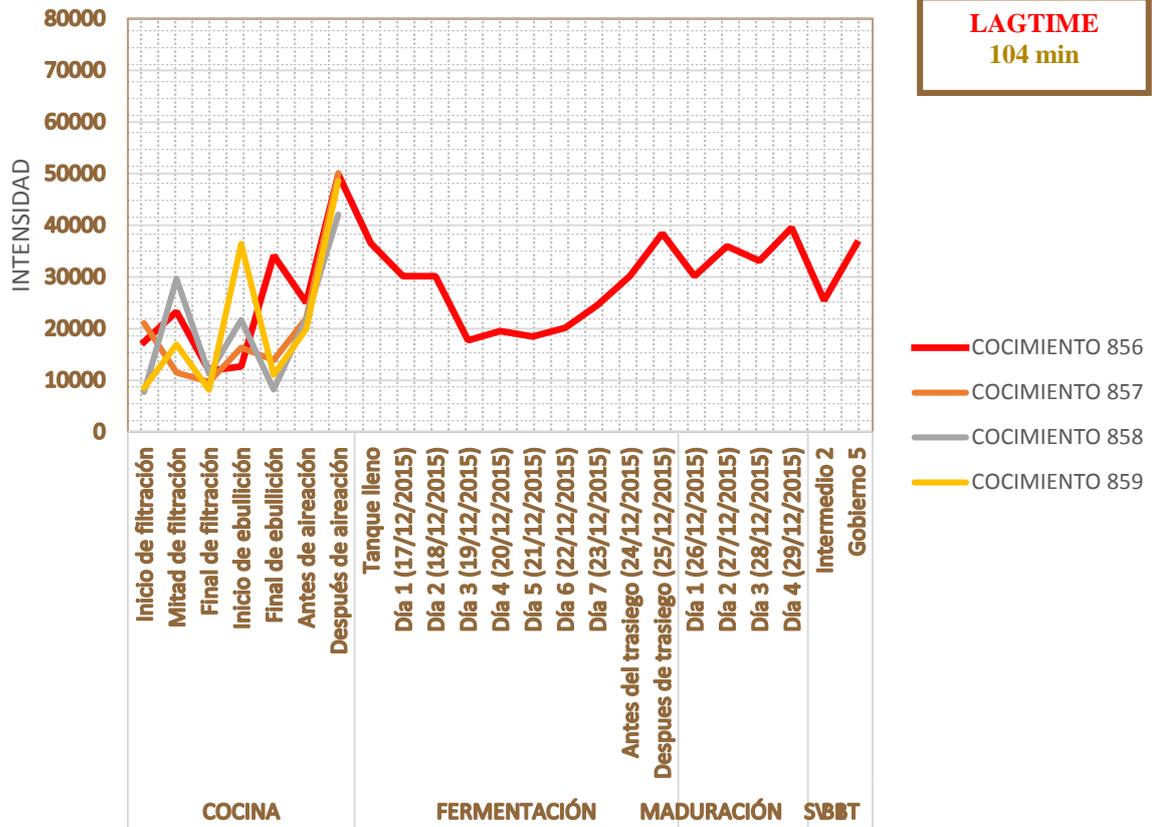


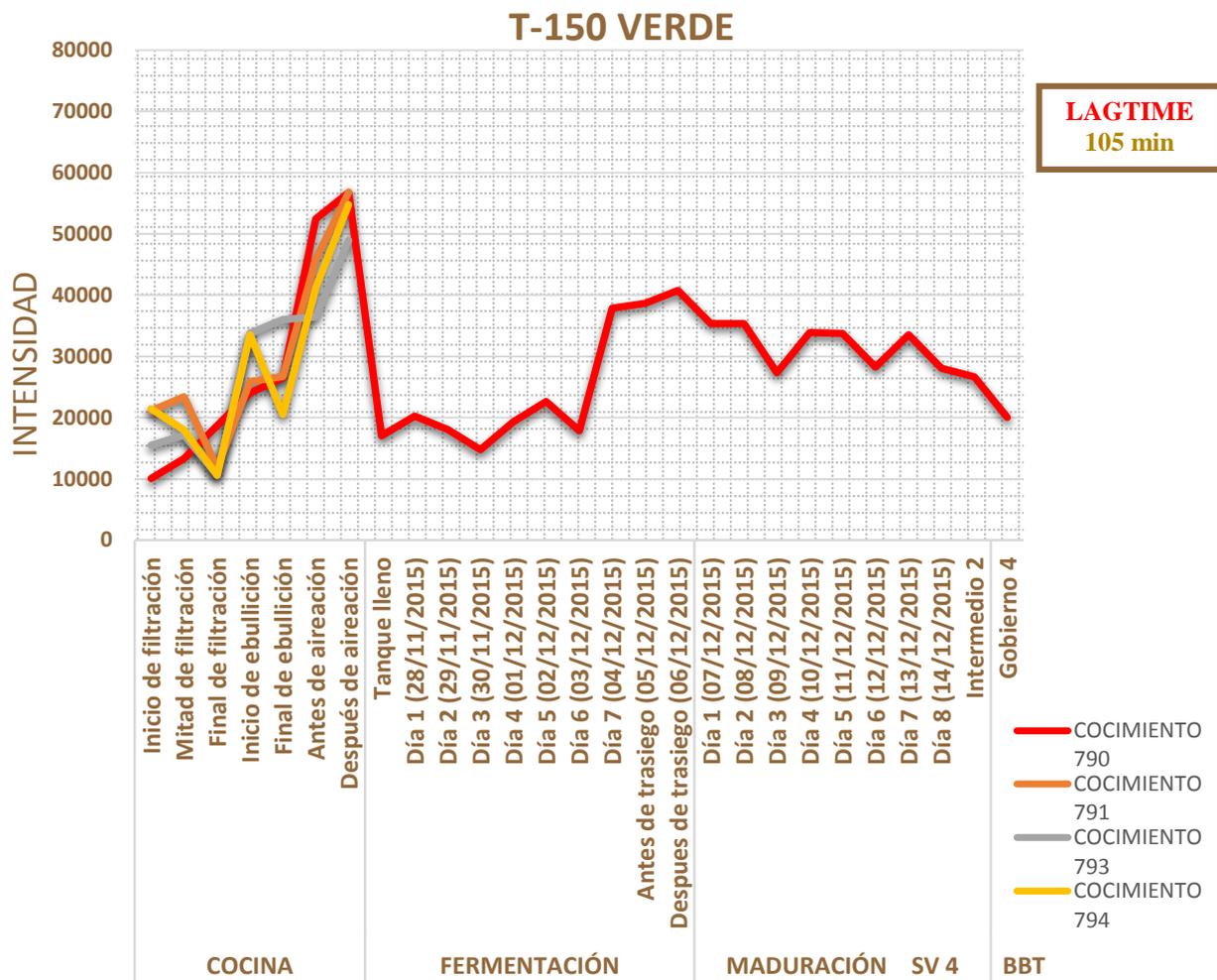
Gráfico 5.2-2. Disminución de Intensidades, CAFÉ

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.2-3. Resultados T-150, VERDE

T-150: VERDE FV 33					
ETAPA	DESCRIPCIÓN	COCIMIENTO			
		790	791	792	793
COCINA	Inicio de filtración	10062	21113	15505	21455
	Mitad de filtración	13337	23389	17147	17958
	Final de filtración	18716	11814	10619	10588
	Inicio de ebullición	24021	25892	33804	33532
	Final de ebullición	26478	26724	36005	20478
	Antes de aireación	52478	45842	36451	41258
	Después de aireación	56781	56784	48956	54789
FERMENTACIÓN	Tanque lleno	17015			
	Día 1 (28/11/2015)	20242			
	Día 2 (29/11/2015)	18087			
	Día 3 (30/11/2015)	14736			
	Día 4 (01/12/2015)	19290			
	Día 5 (02/12/2015)	22603			
	Día 6 (03/12/2015)	17867			
	Día 7 (04/12/2015)	37886			
	Antes de trasiego (05/12/2015)	38654			
	Después de trasiego (06/12/2015)	40789			
MADURACIÓN SV 4	Día 1 (07/12/2015)	35369			
	Día 2 (08/12/2015)	35361			
	Día 3 (09/12/2015)	27302			
	Día 4 (10/12/2015)	33894			
	Día 5 (11/12/2015)	33763			
	Día 6 (12/12/2015)	28248			
	Día 7 (13/12/2015)	33525			
	Día 8 (14/12/2015)	28070			
	Intermedio 2	26675			
	Gobierno 4	20034			
BBT					
PRODUCTO TERMINADO	LGU2B1628 V15JUN16	Lagtime:		105	

FUENTE: Elaboración propia



**Gráfico 5.2-3. Disminución de Intensidades, VERDE**

FUENTE: Elaboración propia

### 5.3. Resultados de la desinfección en los tanques FV, SV y líneas de trasiego.

#### 5.3.1. Resultados químicos

Comprobación de ausencia de soda/ ácido después del enjuague con  $\text{ClO}_2$  a 0,5%

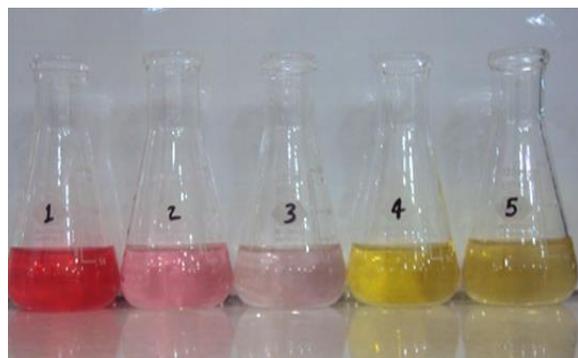


**Figura 5.3-1. Verificación de ausencia de reactivos**

FUENTE: Área de elaboración- Bodega de frío

**Tabla 5.3-1. Pruebas de desinfección de agua enjuague**

REACCION DE NARANJA DE METILO AL ACIDO						REACCION DE FENOFTALEINA A LA SODA					
AREA 5000HL						AREA 5000HL					
FECHA	FV	Minutos de enjuague				FECHA	FV	Minutos de enjuague			
		2	3	4	5			2	3	4	5
9/5/2015	1	+	+	-	-	9/5/2015	1	+	+	-	-
9/10/2015	3	+	+	+	-	9/10/2015	3	+	+	+	-
9/12/2015	5	+	+	-	-	9/12/2015	5	+	+	+	-
9/16/2015	7	+	+	-	-	9/16/2015	7	+	+	-	-
AREA 1000HL						AREA 1000HL					
FECHA	FV	Minutos de enjuague				FECHA	FV	Minutos de enjuague			
		2	3	4	5			2	3	4	5
10/3/2015	21	+	+	-	-	10/3/2015	21	+	+	-	-
10/14/2015	24	+	+	-	-	10/14/2015	24	+	+	-	-
10/24/2015	28	+	+	-	-	10/24/2015	28	+	+	+	-
10/26/2015	30	+	+	+	-	10/26/2015	30	+	+	+	-
10/30/2015	33	+	+	+	-	10/30/2015	33	+	+	+	-
LINEA DE TRASIEGO						LINEA DE TRASIEGO					
FECHA	Minutos de enjuague				FECHA	Minutos de enjuague					
	2	3	4	5		2	3	4	5		
9/18/2015	+	+	-	-	9/18/2015	+	+	+	-		
10/13/2015	+	+	+	-	10/13/2015	+	+	+	-		
10/19/2015	+	+	-	-	10/19/2015	+	+	+	-		



**Figura 5.3-2. Ausencia de ácido en el minuto 5 después de titular con naranja de metilo**



**Figura 5.3-3. Ausencia de soda en el minuto 5 después de titular fenolftaleína**

FUENTE: Elaboración propia

### 5.3.2. Resultados microbiológicos

Tabla 5.3-2. Resultados de las siembras micro-biológicas del CIP en los tanques FV y SV.

DESINFECCION FINAL					
TANQUES	FECHA	PCA	AMF	NBBA	ATP
		<10UFC /100ML	<10UFC /100ML	<10UFC /100ML	
1	9/5/2015	0	0	0	1.9
2	9/8/2015	0	0	0	2.3
3	9/10/2015	0	0	0	1.8
4	9/10/2015	0	0	0	1.7
5	9/12/2015	0	0	0	1.8
6	9/14/2015	0	0	0	1.5
7	9/16/2015	0	0	0	1.6
8	9/17/2015	0	0	0	1.7
9	9/21/2015	0	0	0	2
10	9/21/2015	0	0	0	1.8
13	9/23/2015	0	0	0	1.7
14	9/25/2015	0	0	0	2.2
15	9/27/2015	0	0	0	1.5
16	9/27/2015	0	0	0	1.5
17	9/29/2015	0	0	0	1.8
18	10/1/2015	0	0	0	2.1
21	10/3/2015	0	0	0	1.6
22	10/5/2015	0	0	0	2.2
23	10/10/2015	0	0	0	2
24	10/14/2015	0	0	0	1.9
25	10/16/2015	0	0	0	1.8
26	10/17/2015	0	0	0	1.5
27	10/22/2015	0	0	0	2
28	10/24/2015	0	0	0	1.6
29	10/25/2015	0	0	0	2.2
30	10/26/2015	0	0	0	1.9
31	10/29/2015	0	0	0	1.6
33	10/30/2015	0	0	0	2

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 5.3-3. Resultados microbiológicos para el Cip de líneas de trasiego**

RESULTADOS DE ENJUAGUE FINAL CIP DE LINEAS				
Fecha de muestreo	Muestra	PCA	AGAR MOSTO	NBBA
		<10 ufc/100ml	0 ufc/100 ml	0 ufc/ 100 ml
28-sep	Agua de enjuague línea de trasiego después de soda	MNPC	100	1
28-sep	Agua de enjuague línea de trasiego enjuague con ClO2 3 pmm	0	0	0
28-sep	Agua de enjuague línea de trasiego con agua carbonatada	0	0	0
13-oct	Agua de enjuague línea de trasiego después de soda	20	0	0
13-oct	Agua de enjuague línea de trasiego enjuague con ClO2 3 pmm	0	0	0
13-oct	Agua de enjuague línea de trasiego con agua carbonatada	15	1	0
13-oct	Agua de enjuague línea de trasiego después de soda	20	0	0
13-oct	Agua de enjuague línea de trasiego enjuague con ClO2 3 pmm	0	0	0
13-oct	Agua de enjuague línea de trasiego con agua carbonatada	15	1	0

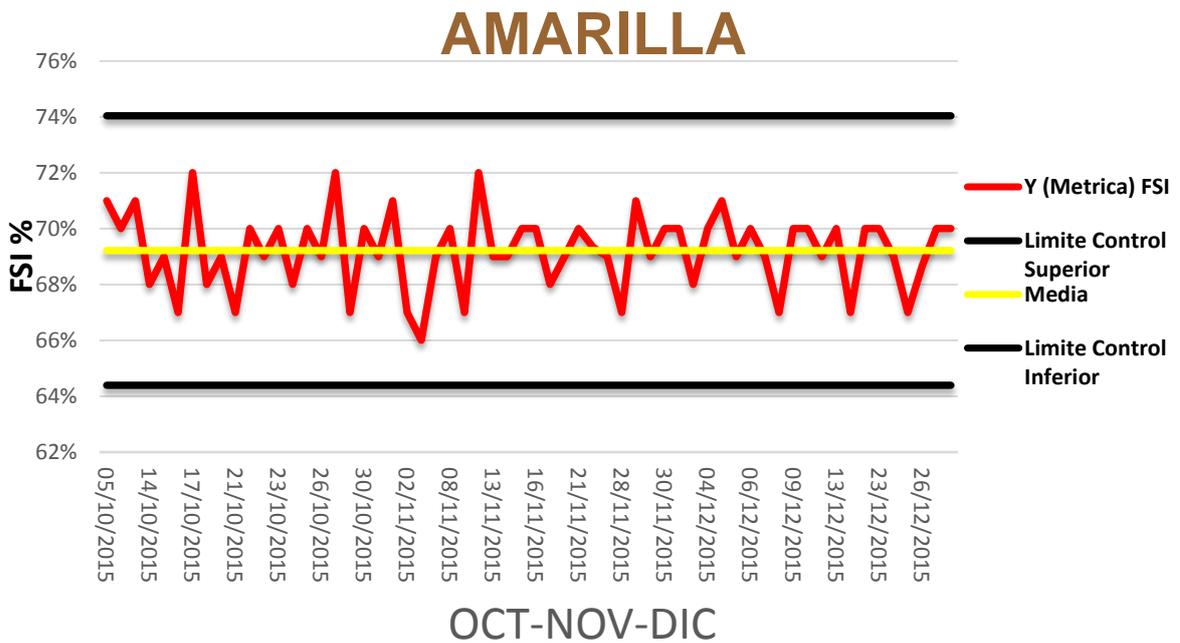
FUENTE: Elaboración propia

#### 5.4. Indicadores del %FSI Mejorados (Oct-Nov-Dic)

Tabla 5.4-1. Indicador % FSI mejorado, AMARILLA

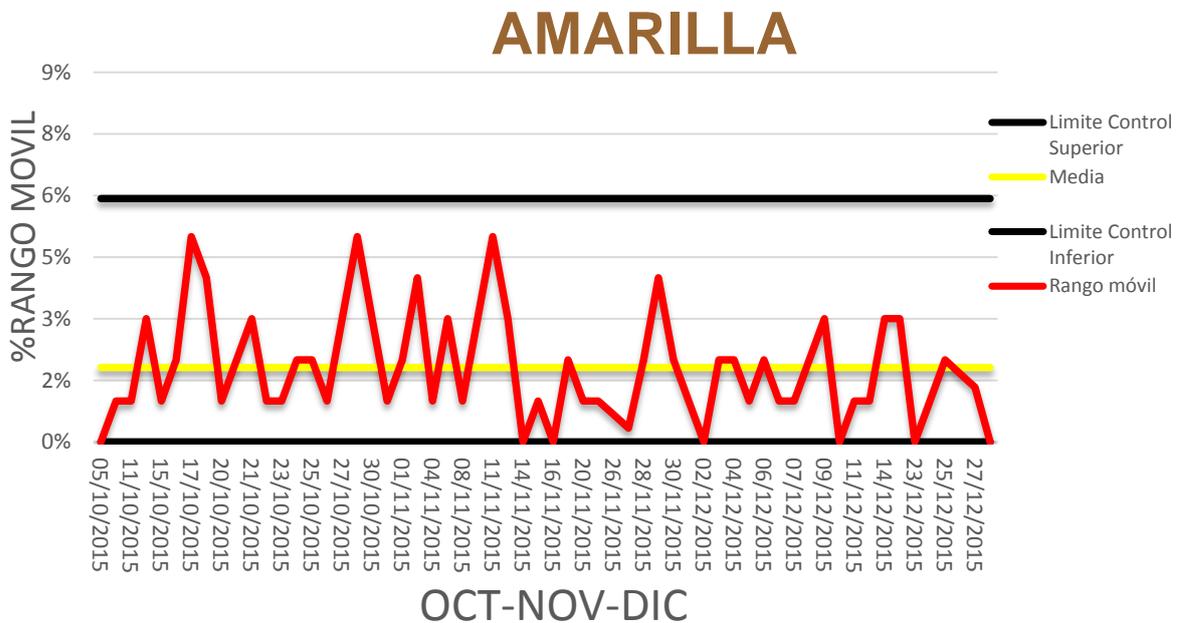
MES	X Muestra	DIA	LOTE	LAGTIME	Y (Metrica) FSI	META
OCTUBRE	1	10/5/2015	LGU2A0931 V05ABR16	107	71%	70%
	2	10/7/2015	LGU1A1250 V07ABR16	105	70%	70%
	3	10/11/2015	LGU3A01134 V11ABR16	107	71%	70%
	4	10/14/2015	LGU1B1539 V14ABR16	102	68%	70%
	5	10/15/2015	LGU1B1505 V15ABR16	104	69%	70%
	6	10/15/2015	LGU3A0734 V15ABR16	101	67%	70%
	7	10/17/2015	LGU2B1337 V17ABR16	108	72%	70%
	8	10/19/2015	LGU3A1520 V19ABR16	102	68%	70%
	9	10/20/2015	LGU2A1531 V20ABR16	104	69%	70%
	10	10/21/2015	LGU2A1519 V21ABR16	101	67%	70%
	11	10/21/2015	LGU1A2050 V21ABR16	105	70%	70%
	12	10/22/2015	LGU2A1111 V22ABR16	104	69%	70%
	13	10/23/2015	LGU1B1915 V23ABR16	105	70%	70%
	14	10/24/2015	LGU2B0915 V23ABR16	102	68%	70%
	15	10/25/2015	LGU2A1104 V26ABR16	105	70%	70%
	16	10/26/2015	LGU1A0845V27ABR16	104	69%	70%
	17	10/27/2015	LGU1B0740 V27ABR16	108	72%	70%
	18	10/28/2015	LGU2A1034 V28ABR16	101	67%	70%
	19	10/30/2015	LGU2A0946 V30ABR16	105	70%	70%
	20	10/30/2015	LGU1A1008 V30ABR16	104	69%	70%
NOVIEMBRE	21	11/1/2015	LGU1B1048 V01MAY16	107	71%	70%
	22	11/2/2015	LGU1B1208 V02MAY16	101	67%	70%
	23	11/4/2015	LGU1A0810 V04MAY16	99	66%	70%
	24	11/5/2015	LGU2B1405 V05MAY16	104	69%	70%
	25	11/8/2015	LGU3A1457 V08MAY16	105	70%	70%
	26	11/9/2015	LGU2A1032 V09MAY16	101	67%	70%
	27	11/11/2015	LGU3A1215 V10MAY16	108	72%	70%
	28	11/13/2015	LGU1A0940 V13MAY16	104	69%	70%
	29	11/14/2015	LGU1B0908 V14MAY16	104	69%	70%
	30	11/15/2015	LGU1A0923 V15MAY16	105	70%	70%
	31	11/16/2015	LGU1A0958 V16MAY16	105	70%	70%
	32	11/19/2015	LGU2A0855 V19MAY16	102	68%	70%
	33	11/20/2015	LGU2A1140 V20MAY16	104	69%	70%
	34	11/21/2015	LGU2A0813 V21MAY16	105	70%	70%
	35	11/26/2015	LGU1B1104 V27MAY16	104	69%	70%
	36	11/27/2015	LGU1A0951 V28MAY16	104	69%	70%
	37	11/28/2015	LGU1B1009 V29MAY16	101	67%	70%
	38	11/29/2015	LGU2A0955 V29MAY16	107	71%	70%
	39	11/30/2015	LGU1B0115 V30MAY16	104	69%	70%
	40	11/30/2015	LGU2B1212 V30MAY16	105	70%	70%
DICIEMBRE	41	12/2/2015	LGU2A1021 V02JUN16	105	70%	70%
	42	12/3/2015	LGU2B1125 V03JUN16	102	68%	70%
	43	12/4/2015	LGU2A0939 V04JUN16	105	70%	70%
	44	12/5/2015	LGU2A1021 V05JUN16	107	71%	70%
	45	12/6/2015	LGU2B1111 V06JUN16	104	69%	70%
	46	12/6/2015	LGU1A1333 V06JUN16	105	70%	70%
	47	12/7/2015	LGU1A1029 V07JUN16	104	69%	70%
	48	12/8/2015	LGU1A1000 V08JUN16	101	67%	70%
	49	12/9/2015	LGU2A1106 V09JUN16	105	70%	70%
	50	12/10/2015	LGU2A1152 V10JUN16	105	70%	70%
	51	12/11/2015	LGU2B0753 V11JUN16	104	69%	70%
	52	12/13/2015	LGU2A1109 V14JUN16	105	70%	70%
	53	12/14/2015	LGU2A1104 V13JUN16	101	67%	70%
	54	12/18/2015	LGU1B1142 V18JUN16	105	70%	70%
	55	12/23/2015	LGU1A0705 V23JUN16	105	70%	70%
	56	12/24/2015	LGU1A1030 V25JUN16	104	69%	70%
	57	12/25/2015	LGU2A1100 V25JUN16	101	67%	70%
	58	12/26/2015	LGU1A1132 V26JUN16	103	69%	70%
	59	12/27/2015	LGU2B1628 V28JUN16	105	70%	70%
	60	12/28/2015	LGU1B1834 V28JUN16	105	70%	70%

FUENTE: Elaboración propia



**Gráfico 5.4-1. Incremento del Indicador %FSI representado por la carta de control -I, AMARILLA**

FUENTE: Elaboración propia



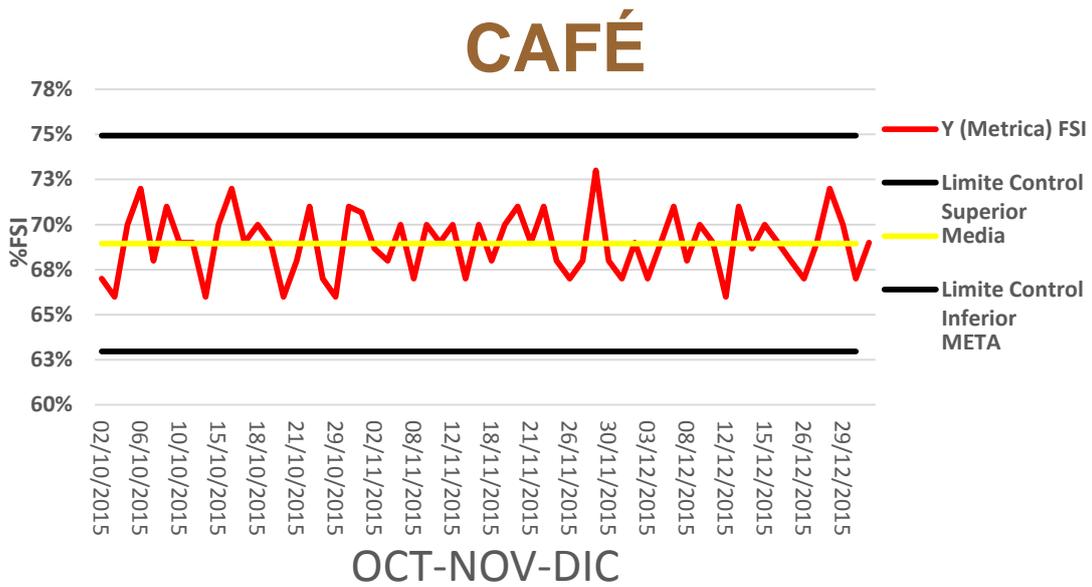
**Gráfico 5.4-2. Disminución de la variabilidad representado por la carta de control -RM, AMARILLA**

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.4-2. Indicador % FSI mejorado, CAFÉ

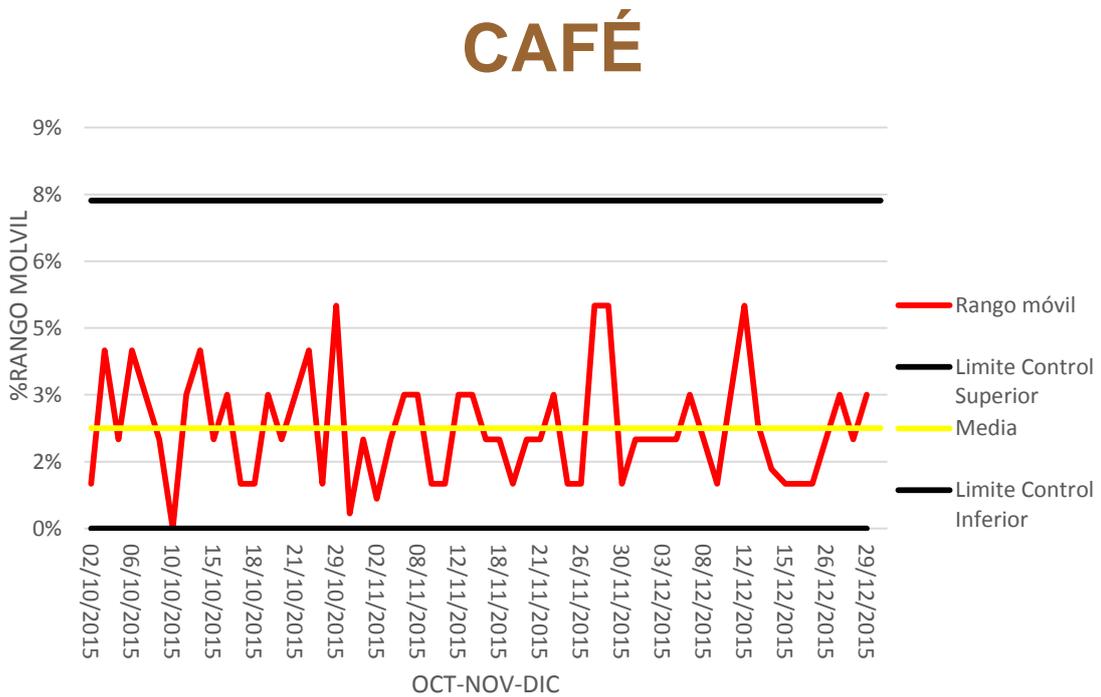
MES	X Muestra	DIA	LOTE	LAGTIME	Y (Metrica) FSI	META
OCTUBRE	1	10/2/2015	LGU05A1931 V04ABR16	101	67%	70%
	2	10/3/2015	LGU2A2150 V06ABR16	99	66%	70%
	3	10/4/2015	LGU2A01134 V08ABR16	105	70%	70%
	4	10/6/2015	LGU2B1539 V110ABR16	108	72%	70%
	5	10/8/2015	LGU1B1505 V11ABR16	102	68%	70%
	6	10/9/2015	LGU3A0734 V14ABR16	107	71%	70%
	7	10/10/2015	LGU2B1337 V15ABR16	104	69%	70%
	8	10/12/2015	LGU3A1520 V19ABR16	104	69%	70%
	9	10/14/2015	LGU2A1531 V21ABR16	99	66%	70%
	10	10/15/2015	LGU2A1519 V21ABR16	105	70%	70%
	11	10/16/2015	LGU1A2050 V23ABR16	108	72%	70%
	12	10/17/2015	LGU2A1111 V24ABR16	104	69%	70%
	13	10/18/2015	LGU1B1915 V25ABR16	105	70%	70%
	14	10/19/2015	LGU2B0915 V26ABR16	104	69%	70%
	15	10/20/2015	LGU2A1104 V27ABR16	99	66%	70%
	16	10/21/2015	LGU1A0845V28ABR16	102	68%	70%
	17	10/23/2015	LGU1B0740 V8ABR16	107	71%	70%
	18	10/24/2015	LGU2A1034 V29ABR16	101	67%	70%
	19	10/29/2015	LGU2A0946 V30ABR16	99	66%	70%
	20	10/30/2015	LGU1A1008 V30ABR16	107	71%	70%
NOVIEMBRE	21	11/2/2015	LGU1B1048 V03MAY16	106	71%	70%
	22	11/2/2015	LGU1B1208 V05MAY16	103	69%	70%
	23	11/3/2015	LGU1A0810 V07MAY16	102	68%	70%
	24	11/7/2015	LGU2B1405 V08MAY16	105	70%	70%
	25	11/8/2015	LGU3A1457 V10MAY16	101	67%	70%
	26	11/10/2015	LGU2A1032 V12MAY16	105	70%	70%
	27	11/11/2015	LGU2A0954 V13MAY16	104	69%	70%
	28	11/12/2015	LGU1A0940 V14MAY16	105	70%	70%
	29	11/15/2015	LGU1B0908 V16MAY16	101	67%	70%
	30	11/17/2015	LGU1A0923 V17MAY16	105	70%	70%
	31	11/18/2015	LGU1A0958 V18MAY16	102	68%	70%
	32	11/19/2015	LGU2A0855 V19MAY16	105	70%	70%
	33	11/20/2015	LGU2A1140 V20MAY16	107	71%	70%
	34	11/21/2015	LGU2A0813 V21MAY16	104	69%	70%
	35	11/22/2015	LGU1B1104 V26MAY16	107	71%	70%
	36	11/25/2015	LGU1A0951 V27MAY16	102	68%	70%
	37	11/26/2015	LGU1B1009 V28MAY16	101	67%	70%
	38	11/28/2015	LGU2A0955 V29MAY16	102	68%	70%
	39	11/29/2015	LGU1B0115 V30MAY16	110	73%	70%
	40	11/30/2015	LGU2B1212 V31MAY16	102	68%	70%
DICIEMBRE	41	12/1/2015	LGU2A1021 V01JUN16	101	67%	70%
	42	12/2/2015	LGU2B1125 V03JUN16	104	69%	70%
	43	12/3/2015	LGU2A0939 V04JUN16	101	67%	70%
	44	12/4/2015	LGU2A1021 V05JUN16	104	69%	70%
	45	12/5/2015	LGU2B1111 V06JUN16	107	71%	70%
	46	12/8/2015	LGU1A1333 V08JUN16	102	68%	70%
	47	12/10/2015	LGU1A1029 V010JUN16	105	70%	70%
	48	12/11/2015	LGU1A1000 V11JUN16	104	69%	70%
	49	12/12/2015	LGU2A1106 V13JUN16	99	66%	70%
	50	12/13/2015	LGU2A1152 V15JUN16	107	71%	70%
	51	12/14/2015	LGU2B0753 V17JUN16	103	69%	70%
	52	12/15/2015	LGU2A1109 V19JUN16	105	70%	70%
	53	12/16/2015	LGU2A1104 V20JUN16	104	69%	70%
	54	12/18/2015	LGU1B1142 V22JUN16	102	68%	70%
	55	12/26/2015	LGU1A0705 V23JUN16	101	67%	70%
	56	12/27/2015	LGU1A1030 V25JUN16	104	69%	70%
	57	12/28/2015	LGU2A1100 V26JUN16	108	72%	70%
	58	12/29/2015	LGU1A1132 V27JUN16	105	70%	70%
	59	12/30/2015	LGU2B1628 V28JUN16	101	67%	70%
	60	12/30/2015	LGU1B1834 V30JUN16	104	69%	70%

FUENTE: Elaboración propia



**Grafico 5.4-3. Incremento del Indicador %FSI representado por la carta de control -I, CAFÉ**

FUENTE: Elaboración propia



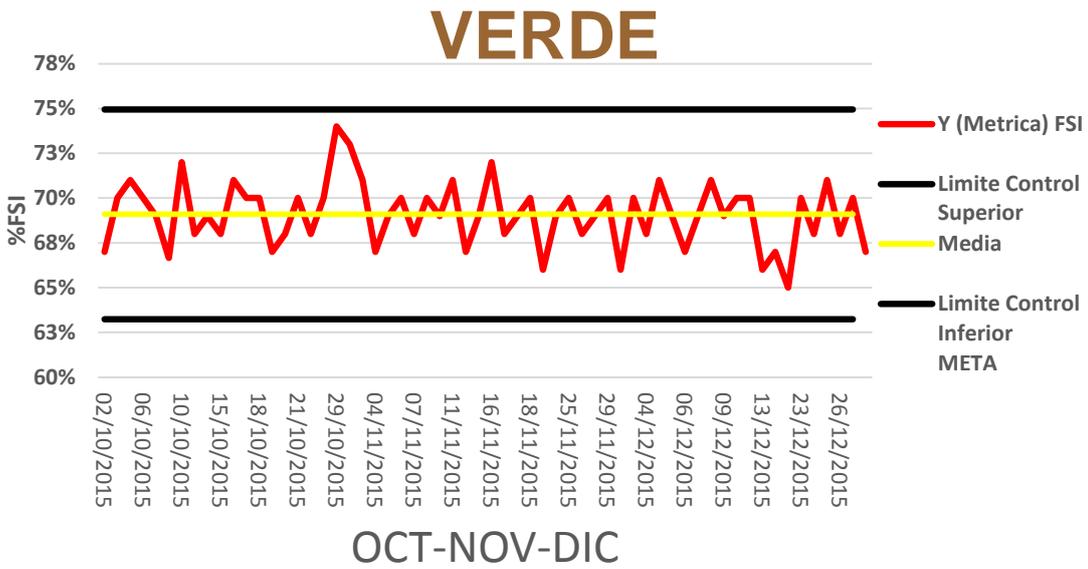
**Grafico 5.4-4. Disminución de la variabilidad representado por la carta de control -RM, CAFÉ**

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 5.4-3. Indicador % FSI mejorado, VERDE**

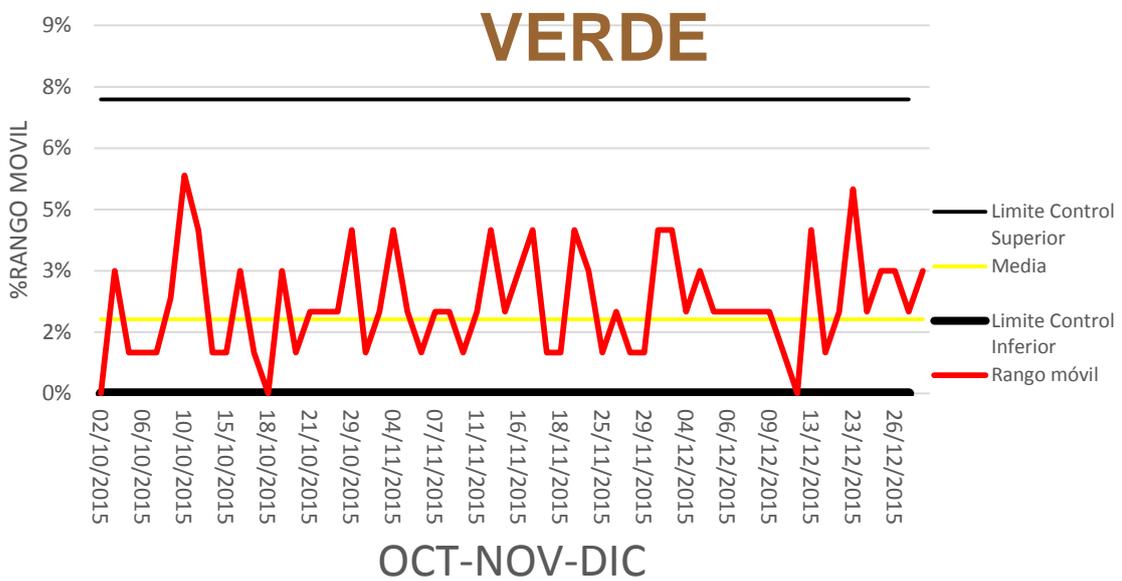
MES	X Muestra	DIA	LOTE	LAGTIME	Y (Metrica) FSI	META
OCTUBRE	1	10/2/2015	LGU05A1931 V04ABR16	101	67%	70%
	2	10/3/2015	LGU2A2150 V05ABR16	105	70%	70%
	3	10/5/2015	LGU2A01134 V09ABR16	107	71%	70%
	4	10/6/2015	LGU2B1539 V11ABR16	105	70%	70%
	5	10/8/2015	LGU1B1505 V13ABR16	104	69%	70%
	6	10/9/2015	LGU3A0734 V14ABR16	100	67%	70%
	7	10/10/2015	LGU2B1337 V17ABR16	108	72%	70%
	8	10/12/2015	LGU3A1520 V19ABR16	102	68%	70%
	9	10/14/2015	LGU2A1531 V20ABR16	104	69%	70%
	10	10/15/2015	LGU2A1519 V21ABR16	102	68%	70%
	11	10/16/2015	LGU1A2050 V23ABR16	107	71%	70%
	12	10/17/2015	LGU2A1111 V24ABR16	105	70%	70%
	13	10/18/2015	LGU1B1915 V25ABR16	105	70%	70%
	14	10/19/2015	LGU2B0915 V26ABR16	101	67%	70%
	15	10/20/2015	LGU2A1104 V26ABR16	102	68%	70%
	16	10/21/2015	LGU1A0845V27ABR16	105	70%	70%
	17	10/23/2015	LGU1B0740 V8ABR16	102	68%	70%
	18	10/24/2015	LGU2A1034 V29ABR16	105	70%	70%
	19	10/29/2015	LGU2A0946 V30ABR16	111	74%	70%
	20	10/30/2015	LGU1A1008 V30ABR16	110	73%	70%
NOVIEMBRE	21	11/1/2015	LGU1B1048 V03MAY16	107	71%	70%
	22	11/4/2015	LGU1B1208 V05MAY16	101	67%	70%
	23	11/5/2015	LGU1A0810 V07MAY16	104	69%	70%
	24	11/6/2015	LGU2B1405 V08MAY16	105	70%	70%
	25	11/7/2015	LGU3A1457 V10MAY16	102	68%	70%
	26	11/8/2015	LGU2A1032 V12MAY16	105	70%	70%
	27	11/10/2015	LGU2A0954 V13MAY16	104	69%	70%
	28	11/11/2015	LGU1A0940 V14MAY16	107	71%	70%
	29	11/13/2015	LGU1B0908 V16MAY16	101	67%	70%
	30	11/15/2015	LGU1A0923 V17MAY16	104	69%	70%
	31	11/16/2015	LGU1A0958 V18MAY16	108	72%	70%
	32	11/17/2015	LGU2A0855 V19MAY16	102	68%	70%
	33	11/17/2015	LGU2A1140 V20MAY16	104	69%	70%
	34	11/18/2015	LGU2A0813 V21MAY16	105	70%	70%
	35	11/19/2015	LGU1B1104 V26MAY16	99	66%	70%
	36	11/24/2015	LGU1A0951 V27MAY16	104	69%	70%
	37	11/25/2015	LGU1B1009 V28MAY16	105	70%	70%
	38	11/27/2015	LGU2A0955 V29MAY16	102	68%	70%
	39	11/28/2015	LGU1B0115 V30MAY16	104	69%	70%
	40	11/29/2015	LGU2B1212 V31MAY16	105	70%	70%
DICIEMBRE	41	12/2/2015	LGU2A1021 V02JUN16	99	66%	70%
	42	12/3/2015	LGU2B1125 V03JUN16	105	70%	70%
	43	12/4/2015	LGU2A0939 V04JUN16	102	68%	70%
	44	12/5/2015	LGU2A1021 V05JUN16	107	71%	70%
	45	12/6/2015	LGU2B1111 V06JUN16	104	69%	70%
	46	12/6/2015	LGU1A1333 V09JUN16	101	67%	70%
	47	12/7/2015	LGU1A1029 V010JUN16	104	69%	70%
	48	12/8/2015	LGU1A1000 V11JUN16	107	71%	70%
	49	12/9/2015	LGU2A1106 V13JUN16	104	69%	70%
	50	12/10/2015	LGU2A1152 V15JUN16	105	70%	70%
	51	12/11/2015	LGU2B0753 V17JUN16	105	70%	70%
	52	12/13/2015	LGU2A1109 V19JUN16	99	66%	70%
	53	12/14/2015	LGU2A1104 V21JUN16	101	67%	70%
	54	12/18/2015	LGU1B1142 V22JUN16	98	65%	70%
	55	12/23/2015	LGU1A0705 V23JUN16	105	70%	70%
	56	12/24/2015	LGU1A1030 V25JUN16	102	68%	70%
	57	12/25/2015	LGU2A1100 V26JUN16	107	71%	70%
	58	12/26/2015	LGU1A1132 V27JUN16	102	68%	70%
	59	12/27/2015	LGU2B1628 V28JUN16	105	70%	70%
	60	12/28/2015	LGU1B1834 V30JUN16	101	67%	70%

FUENTE: Elaboración propia



**Grafico 5.4-5. Incremento del Indicador %FSI representado por la carta de control -I, VERDE**

FUENTE: Elaboración propia



**Grafico 5.4-6. Disminución de la variabilidad representado por la carta de control -RM, VERDE**

FUENTE: Elaboración propia

## 5.5. SOP Actualizado

Se modificó el SOP (Standard operating procedure) de la fase de trasiego.

The image displays a comprehensive view of the beer transfer system's control and physical components. At the top, the control panel for the 'ENFRIADOR DE TRASIEGO' (chiller) is shown, featuring a 'STOP' button, a 'START' button, and a 'BOMBA' (pump) indicator. The panel includes several digital readouts (DIs) for temperature (TEMP °C), pressure (PSI), and flow (HL/H). A 'CARGA TERMICA' (thermal load) DI shows a value of 0.00 TR. The 'TEMPERATURA DE SALIDA' (output temperature) DI shows -1.5 gC. The 'FLUJO' (flow) DI shows 800 HL/H. The 'ESTADO' (status) DI shows 'PRODUCCION'. The 'FLUJO TOTAL' (total flow) DI shows 2060 HI. The 'CONTENIDO CO2' (CO2 content) DI shows 3.00 vol. The 'RESET CONTADOR' (reset counter) and 'CARBONATACION' (carbonation) buttons are also visible.

Below the control panel are three numbered photographs: 1) 'FV' (fermenter) with a 'CODO' (elbow) label; 2) 'SV' (storage vessel) with a 'CODO' label; 3) 'MATRIX' control panel. The middle section shows two software screenshots: 4) 'MATRIZ DE ERVEJES' (brewery matrix) with a circled 'Inyección de CO2' option; 5) 'MATRIZ DE CERVEZA' (beer matrix) with a circled 'Con Fin' button. The bottom section shows two more photographs: 6) 'INYECCIÓN DE CO2' (CO2 injection) point; 7) 'BOMBA' (pump) and 'DOSIFICACIÓN DE HYDROGEL' (hydrogel dosing) system with 'AGITADOR' (agitator), 'TO', 'SETPOINT', and 'LINEA DE CERVEZA' (beer line) labels.

<b>OP</b>	Las líneas que conforman el sistema de trasiego, tanque receptor, incluyendo accesorios como: codos, teléfonos de acero inoxidable y matrix.
*	Verificar que el tanque receptor este emborrachado ( <b>2 horas para un TQ. De 5000hl y 4 horas para un TQ. De 10000hl</b> ) y con una pureza de 99.99% de CO <sub>2</sub> , así como el tanque de origen debe estar en 500 mB de presión
*	El empuje de cerveza sin bomba durará dos horas para un tanques de 5000hl y 4 horas para un tanque de 1000hl a un caudal de 700hl/h. Luego se prendera la bomba hasta llegar a un <b>caudal de 800-900hl/h</b>
*	Verificar que el tanque de origen (FV) tenga la temperatura correspondiente que es 5° C.
*	Verificar que el sistema de dosificación de hidrogel este en fase de agitación para luego pasar a la fase de dosificación en línea así como el ratio de dosificación corresponda al volumen del tanque por volumen de hidrogel, en función de la preparación por marca.
*	Verificar que la válvula de suministro del tanque pulmon de CO <sub>2</sub> y al ingreso del tanque de hidrogel esten abierta.
*	Coordinar con el operador de servicio el arranque del sistema de enfriamiento, y que el sistema de succión se encuentre en 2,3 Bar
*	Anotar el volumen en el contador y abrir el FV .
	<b>INICIO DE PRODUCCIÓN</b>
<b>1</b>	Revisar las rutas respectivas en el INBATCH dependiendo de la selección de TQ de origen y destino en la matrix trasiego. Fig 1
<b>2</b>	Verificar el codo de trasiego del TQ de origen "FV", Fig 1.
<b>3</b>	Verificar el codo a la línea para trasiego del TQ receptor "SV", Fig 2.
<b>4</b>	Anotar el volumen en el contador y abrir el FV .
<b>5</b>	Realizadas todas estas actividades, se puede proceder a iniciar el trasiego:
<b>6</b>	El operador de recepción abre la válvula del FV y la válvula de bypass más próxima al SV, con la finalidad de evacuar el CO <sub>2</sub> contrapresionado del anillo de trasiego y comprobar que la comunicación entre los tanques es la correcta y no haya presencia de fugas y pérdidas de cerveza.
<b>7</b>	El operador se dirige a la pantalla del INBATCH y selecciona la opción matrix ,Fig 3
<b>8</b>	En esta pantalla se arma la receta en la ruta 34 opción 5, opción # 6 si es miller, si solo es traspaso de un FV a un SV se elige la opción # 4 y elijo el tanque origen y el tanque receptor, Fig 4
<b>9</b>	Luego dirigirse al tanque de origen y abrir la válvula para realizar el empuje y drenar el agua carbonatada que esta en la línea hasta que se evidencie cerveza en el codo de ingreso al tanque receptor.
<b>10</b>	En la pantalla Fig 4-5, elijo la opción iniciar frio y en esa opción elijo con frio, una vez elegida esta opción se abren las válvulas de amoníaco en el enfriador de trasiego.
<b>11</b>	Dirigirse al sistema de carbonatación de CO <sub>2</sub> , abrir las válvulas y verificar que en el flujometro marque 280 kg/hora, y esto equivale a 3,00 % de concentración de CO <sub>2</sub> en la cerveza. Fig 6.
<b>12</b>	Dirigirse al INBATCH, y en la pantalla del sistema de hidrogel menu luego comando producción y en la receta activa la condición llenado de línea y luego dosificación de hidrogel. Fig 7.
	<b>FIN DE PRODUCCIÓN</b>
*	En el momento que el operador verifica que el nivel del tanque es de aproximadamente 50hL, para terminar el trasiego, deben acercarse los dos operadores uno al tanque de origen y el otro al INBATCH para comunicar al compañero proceda al apagado de la bomba de trasiego y desactive la dosificación de CO <sub>2</sub> en línea.
*	Luego se procede a cerrar la válvula del tanque de origen y también procede a cerrar la válvula de ingreso de aire al FV y evacuar el aire por la línea que conecta al ambiente dejándolo con una presión interna mayor entre 0,3 y 0,4 Bares, para hacer la limpieza del tanque posteriormente.
*	Para recuperar la cerveza que se encuentra en la línea de trasiego se debe empujar con agua carbonatada verificando la presión del intermedio de agua sea mayor a 1 bar, para esto el operador debe visualizar la presencia de agua en el visor del tanque receptor para que inmediatamente abra la válvula de drenaje y cierre la válvula del tanque de origen, el agua carbonatada posee un promedio de 2,00 CO <sub>2</sub> % v/v y 5 ppb de O <sub>2</sub> . Luego de esto drenamos el agua carbonatada y <b>contrapresionamos la línea de trasiego con CO<sub>2</sub></b> . Para evitar contaminación

## 5.6. Histogramas

Tabla 5.6-1. Datos de frecuencia relativa marca amarilla

Clases	Frc. Relativa
[64%-66%]	2%
[66%-68%]	23%
[68%-70%]	60%
[70%-71%]	8%
[71%-73%]	5%
[73%-75%]	2%

FUENTE: Elaboración propia

### Histograma- AMARILLA

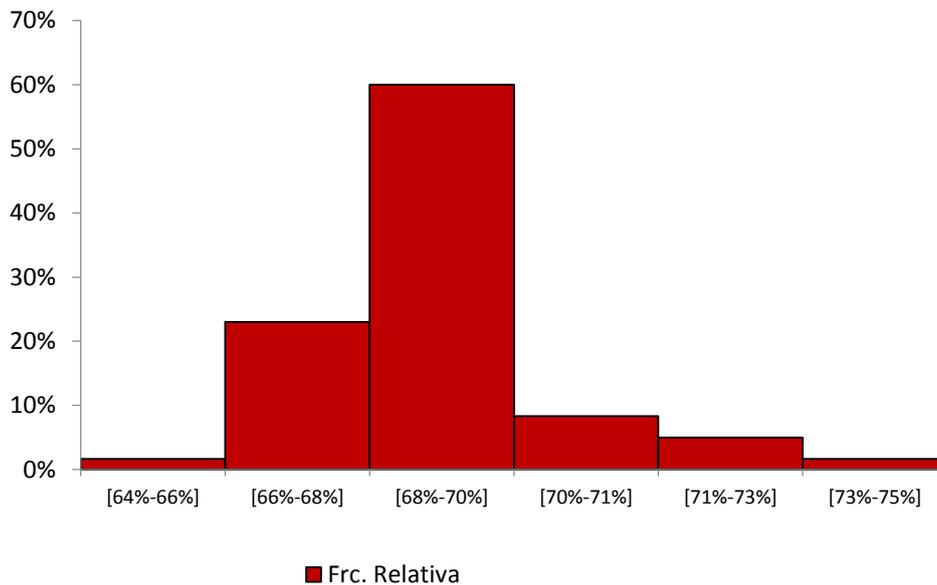


Grafico 5.6-1. Histograma, AMARILLA

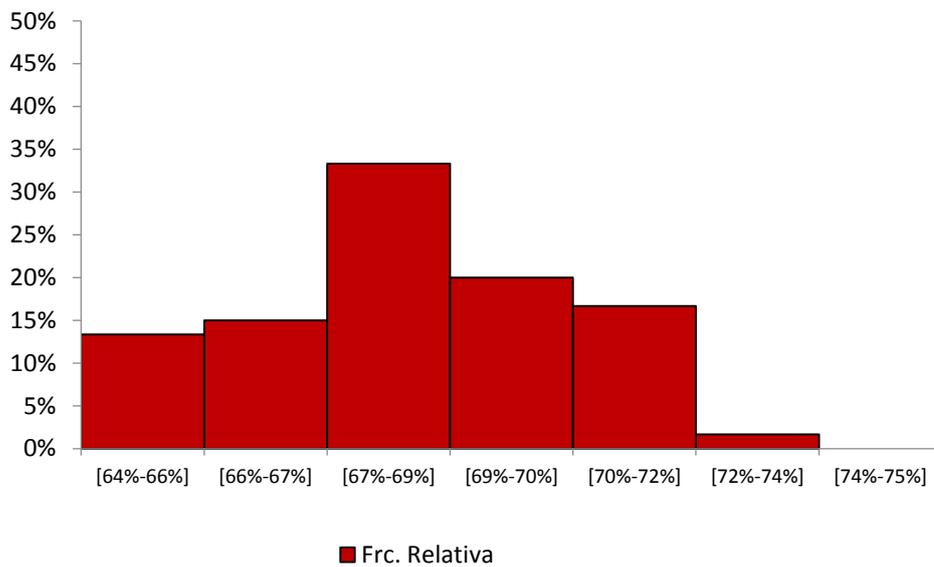
FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 5.6-2. Datos de frecuencia relativa marca café**

Clases	Frc. Relativa
[64%-66%]	13%
[66%-67%]	15%
[67%-69%]	33%
[69%-70%]	20%
[70%-72%]	17%
[72%-74%]	2%
[74%-75%]	0%

FUENTE: Elaboración propia

### Histograma- CAFÉ



**Grafico 5.6-2. Histograma- CAFÉ**

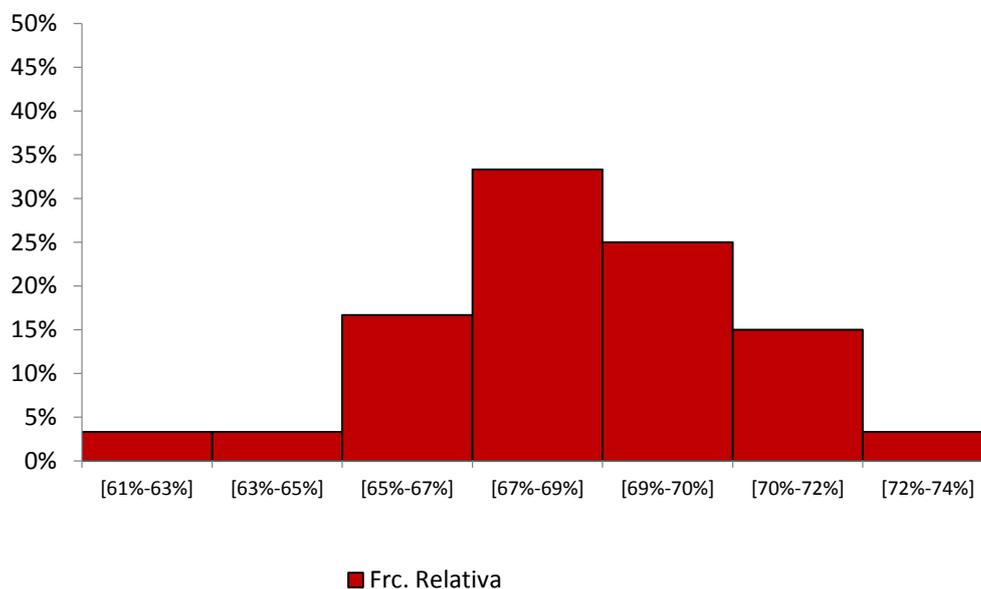
FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 5.6-3. Datos de frecuencia relativa marca VERDE**

Clases	Frc. Relativa
[61%-63%]	3%
[63%-65%]	3%
[65%-67%]	17%
[67%-69%]	33%
[69%-70%]	25%
[70%-72%]	15%
[72%-74%]	3%

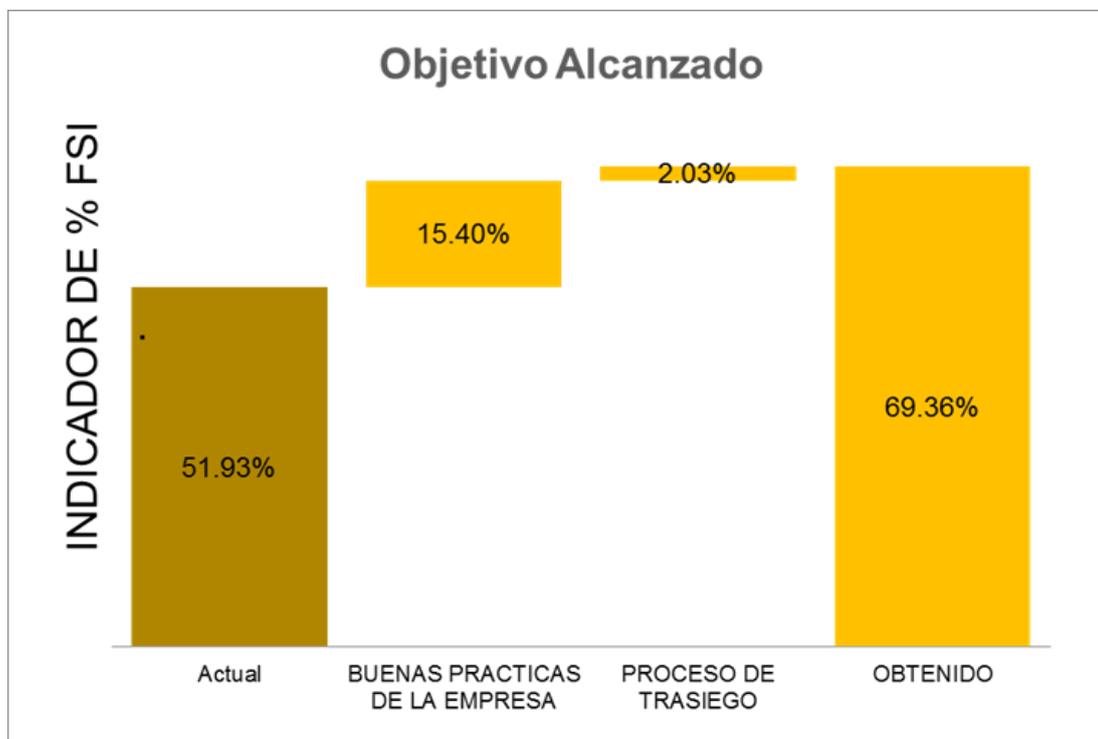
FUENTE: Elaboración propia

### Histograma-VERDE



**Grafico 5.6-3. Histograma, VERDE**

## 5.7. Meta alcanzada



**Gráfico 5.7-1. Objetivo alcanzado**

## 5.8. Análisis de resultado

Los resultados de los tiempos de la fase térmica obtenidos fueron controlados por los operadores de cocina mediante el registro elaborado. Esto nos ayudó para comprobar que los tiempos de cada fase se encuentren entre los parámetros establecidos. Y si existiera el caso de algún atraso, se informe inmediatamente al líder de turno.

Observamos también que en las gráficas de T-150 de los meses (Oct-Nov-Dic), las intensidades disminuyeron notablemente. Esto nos indica que hubo un ingreso mínimo de oxígeno en el proceso de fermentación hasta maduración.

Esta disminución de intensidades se logró, con la mejora implementada de ingresar por más tiempo CO<sub>2</sub> en el "emborrachamiento" del SV y en el empuje de FV, evitando que la cerveza a punto de ingresar se contamine con aire.

También ayudó disminuir la velocidad de trasiego para lograr que la cerveza ingrese al tanque de maduración de manera homogénea.

De igual manera, la mejora de contra presionar las líneas de trasiego con CO<sub>2</sub> a diferencia de mantenerlas con agua carbonada, nos ayudó a evitar la contaminación de ingreso de oxígeno al purgar la línea en el momento de traspaso de cerveza.

Continuando con los resultados de las actividades realizadas, comprobamos la ausencia de bacterias y levadura en los tanques FV-SV.

Sin embargo, en los resultados microbiológicos de las líneas de trasiego, observamos el incumplimiento de la cantidad de establecida para su correcta desinfección, en el parámetro PCA (Aerobic Plate count). Esto es uno de los factores que afectan el indicador %FSI.

También se realizaron las pruebas de ATP mediante el luminómetro, que dieron cantidades menores a 2.5 verificando la ausencia de trifosfato de adenosina en los tanques FV y SV.

Los resultados de las pruebas químicas realizadas mediante titulación para verificar la ausencia de reactivo (soda/acido) después del enjuague final con agua ClO<sub>2</sub> al 0.5 % fueron exitosas, se observó el viraje de los indicadores a la reaccionar con el agua. (Ver TABLA 5.3-1 y FIG. 5.3-2,3).

Finalmente observamos que el indicador de FSI % tuvo un aumento del 17.43%, teniendo un promedio de Lagtime entre las tres marcas principales de 69.36%.

# CAPITULO VI

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, así como la experiencia obtenida durante la ejecución de este proyecto, llegamos a las siguientes conclusiones:

- Las intensidades en las gráficas de T-150 lograron nuevos valores promedio de acuerdo a sus diferentes etapas:

**Tabla 6.1-1. Promedios actuales de intensidades**

<b>FASE</b>	<b>INTENSIDADES PROMEDIO</b>
Fermentación	23900
Maduración	33800

- Las cartas de control tipo Individual realizadas para las tres marcas principales muestran que el indicador FSI% aumento considerablemente.
- Logramos aumentar el indicador %FSI al 69.36%, Superando la meta establecida.
- Las cartas de control tipo rango móvil, muestran que el indicador de %FSI en todas sus marcas tiene menos variabilidad y se encuentra entre los parámetros establecidos.
- El método Kaizen nos ayudó a identificar las causas raíz del problema e implementar mejoras para aumentar el indicador FSI.
- El ingreso de CO<sub>2</sub> en el tanque FV antes de ingresar el aire para la acción de empuje de cerveza, logro evitar formación de vacío y aseguro que la cerveza no entre en contacto con aire.
- El aumento del tiempo de ingreso del CO<sub>2</sub> en el emborrachamiento del tanque de maduración (SV) ayudó a asegurar que el tanque este completamente ocupado de CO<sub>2</sub>.
- Se logró disminuir la velocidad de trasiego a 800-900 HI /h.
- El nuevo registro elaborado para el control de las fases térmicas del mosto ubicado en el área de cocina ayudó a identificar cualquier novedad que se generaba desde el inicio de su cocimiento.
- Se comprobó la desinfección de los CIPs en los tanques FV -SV.

- Comprobamos que, en los resultados microbiológicos de las líneas de trasiego, el parámetro PCA excede su cantidad establecida.
- El SOPs de Trasiego fue modificado, después de las mejoras implementadas.
- En los histogramas realizados para cada marca de cerveza, se observó que la mayor cantidad de datos se encontraba entre los rangos de 67-70%.

## 6.2. Recomendaciones

En cuanto a los análisis de ESR para obtener los datos LAGTIME y T-150:

- Se recomienda capacitar correctamente al analista de ESR, para evitar errores en los resultados por incorrecto manejo de muestreo.
- Se recomienda realizar reuniones mensuales sobre los resultados de los análisis y confirmar su correcto procedimiento.
- Seria optimo comparar resultados con la planta Cumbaya, ubicada en quito para evaluar el procedimiento individual y en un futuro lograr homologar los procedimientos.
- Coordinar con los operadores del proceso para que nos notifiquen la hora en que podemos tomar muestra de cerveza en cada fase.
- Elaborar un registro de control sobre el horario de aseo de los materiales utilizados para el análisis.
- Elaborar un registro de control para la elaboración de las disoluciones utilizadas para el análisis ESR.
- Evaluar qué efecto tiene el tipo de filtración con KHS o BMF, es decir utilizando tierra filtrante Diatomita o por medio de membranas filtrantes respectivamente.
- Evaluar la velocidad de bombeo al tanque de almacenamiento de cerveza brillante.
- Tomar en cuenta, los días de maduración de la cerveza, que efecto tiene en los resultados de LAGTIME.

## BIBLIOGRAFIA

1 (2011). United Kingdom.

Area de Calidad C.N. (2011). *Lagtime julio*. Guayaquil.

BRUKER. (2014, 05). *E- scan Bio spin*. Retrieved from [https://www.bruker.com/fileadmin/user\\_upload/8-PDF-Docs/MagneticResonance/EPR\\_brochures/escan-alanine.pdf](https://www.bruker.com/fileadmin/user_upload/8-PDF-Docs/MagneticResonance/EPR_brochures/escan-alanine.pdf)

Dehrmann, F. (2006, april 19). ESR application at SAB ltd. GERMANY.

GLT.QA.AM.0767. (2011, junio). LAGTIME AND T-150. Quito, Ecuador.

Google maps. (2016, junio 6). Retrieved from <https://www.google.com.ec/maps/place/Cervecer%C3%ADa+Nacional/@-2.0608087,-79.9557331,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x902d0db0601bec83:0xb2a8d058dadc1993!8m2!3d-2.0608141!4d-79.9535444?hl=en>

jaconello, D. (1979, may 1). *Jaconello wellness center*. Retrieved from <http://www.jaconello.com/dr-jaconello/>

Jorge E. Muñoz Bravo, R. M. García, Miguel J. Espitia R., O. Almanza. (2009). Medida de la Actividad Antioxidante de la Cerveza Mediante Resonancia Paramagnetica Electronica. *Revista Colombiana de fisica*, 165-167.

Reactivos Meyer. (2008, 01 26). *Hojas de datos de seguridad*. Retrieved from [http://reactivosmeyer.com.mx/pdf/reactivos/hds\\_0195.pdf](http://reactivosmeyer.com.mx/pdf/reactivos/hds_0195.pdf)

SAB MILLER. (2011, julio 12). DETERMINACION DE ESTABILIDAD DE SABOR POR ESR (ESPECTROSCOPIA DE SPIN DEL ELECTRON . Guayaquil, Ecuador.

Sistemas PEA. (2010, Junio). *Tecnología y algo mas*. Retrieved from <http://www.sistemaspea.info/radicales-libres/>

Torres, D. J. (2012, Noviembre 13). *Cellular plus*. Retrieved from [http://cellularplus.mex.tl/blog\\_12341\\_Estres-oxidativo--radicales-libres-y-antioxidantes--parte-I-.html](http://cellularplus.mex.tl/blog_12341_Estres-oxidativo--radicales-libres-y-antioxidantes--parte-I-.html)

US National library of medicine. (2001, Noviembre 15). *Aging and the free radical theory*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11718765>

Zavoisky, E. (n.d.). "Spin-magnetic resonance in paramagnetics". *Fizicheskiĭ Zhurnal*, 211–245.

# APENDICES

# APÉNDICE A

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE N- TERC -BUTIL- A – FENILNITRONA (PAG. 1/5)



## SAFETY DATA SHEET N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitron

Page: 1 of 6  
Revision: 10/16/2014

according to Regulation (EC) No. 1907/2008 as amended by (EC) No. 1272/2008	
<b>Section 1. Identification of the Substance/Mixture and of the Company/Undertaking</b>	
1.1	<b>Product Code:</b> 15412 <b>Product Name:</b> N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitron <b>Synonyms:</b> 2-methyl-N-(phenylmethylene)-2-propanamine N-oxide; PBN;
1.2	<b>Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against:</b> <b>Relevant identified uses:</b> For research use only, not for human or veterinary use.
1.3	<b>Details of the Supplier of the Safety Data Sheet:</b>  <b>Company Name:</b> Cayman Chemical Company 1180 E. Ellsworth Rd. Ann Arbor, MI 48108 <b>Web site address:</b> www.caymanchem.com <b>Information:</b> Cayman Chemical Company +1 (734)971-3335
1.4	<b>Emergency telephone number:</b>  <b>Emergency Contact:</b> CHEMTREC Within USA and Canada: +1 (800)424-9300 CHEMTREC Outside USA and Canada: +1 (703)527-3887
<b>Section 2. Hazards Identification</b>	
2.1	<b>Classification of the Substance or Mixture:</b>
2.1.1	<b>Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 [CLP]:</b>
2.1.2	<b>Classification according to Directive 1989/45/EC:</b> <b>Risk Phrases:</b> For full text of R- phrases: see SECTION 16.
2.2	<b>Label Elements:</b>
2.2.1	<b>Labelling according to Regulation (EC) No 1272/2008 [CLP]:</b> <b>GHS Signal Word:</b> <b>GHS Hazard Phrases:</b> Based on evaluation of currently available data this substance or mixture is not classifiable according to GHS. <b>GHS Precaution Phrases:</b> No phrases apply. <b>GHS Response Phrases:</b> No phrases apply. <b>GHS Storage and Disposal Phrases:</b> Please refer to Section 7 for Storage and Section 13 for Disposal information.
2.2.2	<b>Labelling according to Directive 1989/45/EC:</b>
Multi-region format	

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE N- TERC -BUTIL- A – FENILNITRONA (PAG. 2/5)



**SAFETY DATA SHEET**  
**N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitrona**

Page: 2 of 6

Revision: 10/16/2014

<b>2.3 Adverse Human Health</b>	Material may be irritating to the mucous membranes and upper respiratory tract.
<b>Effects and Symptoms:</b>	May be harmful by inhalation, ingestion, or skin absorption. May cause eye, skin, or respiratory system irritation. To the best of our knowledge, the toxicological properties have not been thoroughly investigated.

**Section 3. Composition/Information on Ingredients**

CAS # / RTECS #	Hazardous Components (Chemical Name)/ REACH Registration No.	Concentration	EC No./ EC Index No.	Risk Phrases/ GHS Classification
3378-24-7 TX1760000	2-Propanamine, 2-methyl-N-(phenylmethylene)-, N-oxide	100.0 %	222-168-6 NA	No phrases apply. No data available.

**Section 4. First Aid Measures**

<b>4.1 Description of First Aid</b>	No data available.
<b>Measures:</b>	
<b>In Case of Inhalation:</b>	Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration or give oxygen by trained personnel. Get immediate medical attention.
<b>In Case of Skin Contact:</b>	Immediately wash skin with soap and plenty of water for at least 15 minutes. Remove contaminated clothing. Get medical attention if symptoms occur. Wash clothing before reuse.
<b>In Case of Eye Contact:</b>	Hold eyelids apart and flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Have eyes examined and tested by medical personnel.
<b>In Case of Ingestion:</b>	Wash out mouth with water provided person is conscious. Never give anything by mouth to an unconscious person. Get medical attention. Do NOT induce vomiting unless directed to do so by medical personnel.

**Section 5. Fire Fighting Measures**

<b>5.1 Suitable Extinguishing</b>	Use alcohol-resistant foam, carbon dioxide, water, or dry chemical spray.
<b>Media:</b>	Use water spray to cool fire-exposed containers.
<b>Unsuitable Extinguishing</b>	A solid water stream may be inefficient.
<b>Media:</b>	
<b>5.2 Flammable Properties and</b>	No data available.
<b>Hazards:</b>	
<b>Flash Pt:</b>	No data.
<b>Explosive Limits:</b>	LEL: No data. UEL: No data.
<b>Autoignition Pt:</b>	No data.
<b>5.3 Fire Fighting Instructions:</b>	As in any fire, wear self-contained breathing apparatus pressure-demand (NIOSH approved or equivalent), and full protective gear to prevent contact with skin and eyes.

**Section 6. Accidental Release Measures**

<b>6.1 Protective Precautions,</b>	Avoid raising and breathing dust, and provide adequate ventilation.
<b>Protective Equipment and</b>	As conditions warrant, wear a NIOSH approved self-contained breathing apparatus, or respirator,
<b>Emergency Procedures:</b>	and appropriate personal protection (rubber boots, safety goggles, and heavy rubber gloves).
<b>6.2 Environmental</b>	Take steps to avoid release into the environment, if safe to do so.
<b>Precautions:</b>	
<b>6.3 Methods and Material For</b>	Contain spill and collect, as appropriate.
<b>Containment and Cleaning</b>	Transfer to a chemical waste container for disposal in accordance with local regulations.
<b>Up:</b>	

Multi-region format

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE N- TERC -BUTIL- A – FENILNITRONA (PAG. 3/5)

		<b>SAFETY DATA SHEET</b> <b>N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitrone</b>		Page: 3 of 6 Revision: 10/16/2014
<b>Section 7. Handling and Storage</b>				
7.1	<b>Precautions To Be Taken</b>	Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapours/spray.		
	<b>In Handling:</b>	Avoid prolonged or repeated exposure.		
7.2	<b>Precautions To Be Taken</b>	Keep container tightly closed.		
	<b>In Storing:</b>	Store in accordance with information listed on the product insert.		
<b>Section 8. Exposure Controls/Personal Protection</b>				
<b>8.1 Exposure Parameters:</b>				
<b>CAS #</b>	<b>Partial Chemical Name</b>	<b>Britain EH40</b>	<b>France VL</b>	<b>Europe</b>
3376-24-7	2-Propanamine, 2-methyl-N-(phenylmethylene)-, N-oxide	No data.	No data.	No data.
<b>CAS #</b>	<b>Partial Chemical Name</b>	<b>OSHA TWA</b>	<b>ACGIH TWA</b>	<b>Other Limits</b>
3376-24-7	2-Propanamine, 2-methyl-N-(phenylmethylene)-, N-oxide	No data.	No data.	No data.
<b>8.2 Exposure Controls:</b>				
8.2.1	<b>Engineering Controls</b>	Use process enclosures, local exhaust ventilation, or other engineering controls to control airborne (Ventilation etc.): levels below recommended exposure limits.		
8.2.2	<b>Personal protection equipment:</b>			
	<b>Eye Protection:</b>	Safety glasses		
	<b>Protective Gloves:</b>	Compatible chemical-resistant gloves		
	<b>Other Protective Clothing:</b>	Lab coat		
	<b>Respiratory Equipment</b>	NIOSH approved respirator, as conditions warrant.		
	<b>(Specify Type):</b>			
	<b>Work/Hygiene/Maintenance Practices:</b>	Do not take internally. Facilities storing or utilizing this material should be equipped with an eyewash and a safety shower. Wash thoroughly after handling. No data available.		
<b>Section 9. Physical and Chemical Properties</b>				
<b>9.1 Information on Basic Physical and Chemical Properties:</b>				
<b>Physical States:</b>	[ ] Gas [ ] Liquid [X] Solid			
<b>Appearance and Odor:</b>	A crystalline solid			
<b>Melting Point:</b>	No data.			
<b>Boiling Point:</b>	No data.			
<b>Flash Pt:</b>	No data.			
<b>Evaporation Rate:</b>	No data.			
<b>Explosive Limits:</b>	LEL: No data.		UEL: No data.	
<b>Vapor Pressure (vs. Air or mm Hg):</b>	No data.			
<b>Vapor Density (vs. Air = 1):</b>	No data.			
<small>Multi-region format</small>				

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE N- TERC -BUTIL- A – FENILNITRONA (PAG. 4/5)



**SAFETY DATA SHEET**  
**N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitrone**

Page: 4 of 6  
 Revision: 10/18/2014

Specific Gravity (Water = 1):	No data.
Solubility in Water:	No data.
Solubility Notes:	<1 mg/ml in PBS (pH 7.2); ~30 mg/ml in EtOH & DMF; ~25 mg/ml in DMSO;
Autofluorescence PI:	No data.
<b>8.2 Other Information</b>	
Percent Volatile:	No data.
Molecular Formula & Weight:	C <sub>11</sub> H <sub>15</sub> NO 177.3
<b>Section 10. Stability and Reactivity</b>	
10.1 Reactivity:	No data available.
10.2 Stability:	Unstable [ ] Stable [X]
10.3 Stability Note(s):	Stable if stored in accordance with information listed on the product insert.
Polymerization:	Will occur [ ] Will not occur [X]
10.4 Conditions To Avoid:	No data available.
10.6 Incompatibility - Materials strong oxidizing agents:	
To Avoid:	
10.8 Hazardous Decomposition Or Byproducts:	carbon dioxide carbon monoxide nitrogen oxides
<b>Section 11. Toxicological Information</b>	
11.1 Information on Toxicological Effects:	The toxicological effects of this product have not been thoroughly studied. N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitrone - Toxicity Data: Intravenous LDLO (mouse): 200 mg/kg; Intravenous TDLO (rat): 21 mg/kg; Intrapertoneal TDLO (rat): 100 mg/kg;
Chronic Toxicological Effects:	Only select Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS) data is presented here. See actual entry in RTECS for complete information. N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitrone RTECS Number: TX1760000
Carcinogenicity:	NTP? No IARC Monographs? No OSHA Regulated? No
<b>Section 12. Ecological Information</b>	
12.1 Toxicity:	Avoid release into the environment. Runoff from fire control or dilution water may cause pollution.
12.2 Persistence and Degradability:	No data available.
12.3 Bioaccumulative Potential:	No data available.
12.4 Mobility in Soil:	No data available.
12.6 Results of PBT and vPvB assessment:	No data available.
Multi-region format	

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE N- TERC -BUTIL- A – FENILNITRONA (PAG. 5/5)



**SAFETY DATA SHEET**  
N-tert-butyl-.alpha.-Phenylnitrona

Page: 5 of 6  
Revision: 10/16/2014

**Section 13. Disposal Considerations**

13.1 Waste Disposal Method: Dispose in accordance with local, state, and federal regulations.

**Section 14. Transport Information**

14.1 LAND TRANSPORT (US DOT):

DOT Proper Shipping Name: Not dangerous goods.  
DOT Hazard Class:  
UNNA Number:

14.1 LAND TRANSPORT (European ADR/RID):

ADR/RID Shipping Name: Not dangerous goods.  
UN Number:  
Hazard Class:

14.3 AIR TRANSPORT (ICAO/IATA):

ICAO/IATA Shipping Name: Not dangerous goods.

Additional Transport Information: Transport in accordance with local, state, and federal regulations.

**Section 15. Regulatory Information**

**EPA SARA (Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1980) Lists**

CAS #	Hazardous Components (Chemical Name)	S. 302 (EHS)	S. 304 RQ	S. 313 (TRI)
3376-24-7	2-Propanamine, 2-methyl-N-(phenylmethylene)-, N-oxide	No	No	No

CAS #	Hazardous Components (Chemical Name)	Other US EPA or State Lists
3376-24-7	2-Propanamine, 2-methyl-N-(phenylmethylene)-, N-oxide	CAA HAP, ODC: No; CWA NPDES: No; TSCA: Yes - Inventory; CA PROP.65: No

European Community Hazard Symbol codes:

European Community Risk and Safety Phrases:

R24/25 Avoid contact with skin and eyes.  
R37/39 Wear suitable gloves and eye/face protection.

Regulatory Information Statement: This SDS was prepared in accordance with Regulation (EC) No. 1272/2008 and European Directive 67/548/EEC as amended.

**Section 16. Other Information**

Revision Date: 10/16/2014

Additional Information About: No data available.

This Product:

Company Policy or Disclaimer: **DISCLAIMER:** This information is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchantability or any other warranty, express or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigations to determine the suitability of the information for their particular purposes.

Multi-region format

# APÉNDICE B

## HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4 HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (PAG. 1/9)



### MATERIAL SAFETY DATA SHEET according to the Global Harmonized System

Date of issue: 03/16/2013

Version 1.0

#### SECTION 1. Identification

##### Product Identifier

Product number	840130
Product name	4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

##### Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses	Reagent for research and development Chemical for synthesis
-----------------	--

##### Details of the supplier of the safety data sheet

Company	EMD Millipore Corporation   290 Concord Road, Billerica, MA 01821, United States of America   SDS Phone Support: +1-978-715-1335   General Inquiries: +1-978-751-4321   Monday to Friday, 9:00 AM to 4:00 PM Eastern Time (GMT-5)  e-mail: mm_sds@merckgroup.com
---------	---

Emergency telephone	813-996-6666 CANUTEC (Canada) +1-703-527-3887 CHEMTREC (International) 24 Hours/day; 7 Days/week
---------------------	--

#### SECTION 2. Hazards Identification

##### GHS Classification

Acute toxicity, Category 4, Oral, H302  
Serious eye damage, Category 1, H318  
For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

##### GHS-Labeling

###### Hazard pictograms



Signal Word  
Danger

Hazard Statements  
H302 Harmful if swallowed.

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4-HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (PAG. 2/9)

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET according to the Global Harmonized System

Product number 840130 Version 1.0  
Product name 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

---

H318 Causes serious eye damage.

### Precautionary Statements

P262 Do not get in eyes, on skin, or on clothing.

P280 Wear eye protection.

P305 + P351 + P338 IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing.

P313 Get medical advice/attention.

### Other hazards

None known.

---

## SECTION 3. Composition/Information on ingredients

Formula  $C_{14}H_{22}NO_2$  (Hill)

CAS-No. 2226-96-2

Molar mass 172.25 g/mol

### Hazardous ingredients

Chemical Name (Concentration)

CAS-No.

4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidinoxyl (>= 90 % - <= 100 %)

2226-96-2

---

## SECTION 4. First aid measures

### Description of first-aid measures

#### Inhalation

After inhalation: fresh air.

#### Skin contact

After skin contact: wash off with plenty of water. Remove contaminated clothing.

#### Eye contact

After eye contact: rinse out with plenty of water. Immediately call in ophthalmologist.

#### Ingestion

After swallowing: immediately make victim drink water (two glasses at most). Consult a physician.

Never give anything by mouth to an unconscious person.

### Most important symptoms and effects, both acute and delayed

Irritation and corrosion

### Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No information available.

---

## SECTION 5. Fire-fighting measures

### Extinguishing media

Suitable extinguishing media

Water, Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), Foam, Dry powder

---

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4-HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPYPERIDINE-1-OXYL (PAG. 3/9)

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET according to the Global Harmonized System

Product number 840130 Version 1.0  
Product name 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

---

### *Unsuitable extinguishing media*

For this substance/mixture no limitations of extinguishing agents are given.

### Special hazards arising from the substance or mixture

Combustible material, Vapors are heavier than air and may spread along floors.  
Forms explosive mixtures with air on intense heating.  
Development of hazardous combustion gases or vapors possible in the event of fire.  
Fire may cause evolution of:  
nitrogen oxides

### Advice for firefighters

*Special protective equipment for fire-fighters*  
In the event of fire, wear self-contained breathing apparatus.

### *Further information*

Suppress (knock down) gases/vapors/mists with a water spray jet. Prevent fire extinguishing water from contaminating surface water or the ground water system.

---

## SECTION 6. Accidental release measures

### Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Advice for non-emergency personnel: Avoid substance contact. Avoid generation of dusts; do not inhale dusts. Ensure adequate ventilation. Evacuate the danger area, observe emergency procedures, consult an expert.

Advice for emergency responders: Protective equipment see section 8.

### Environmental precautions

Do not empty into drains.

### Methods and materials for containment and cleaning up

Cover drains. Collect, bind, and pump off spills.  
Observe possible material restrictions (see sections 7 and 10).  
Take up dry. Dispose of properly. Clean up affected area. Avoid generation of dusts.

---

## SECTION 7. Handling and storage

### Precautions for safe handling

Observe label precautions.

### Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Tightly closed. Dry.  
Store at +15°C to +25°C (+59°F to +77°F).

---

## SECTION 8. Exposure controls/personal protection

### Exposure limit(s)

Contains no substances with occupational exposure limit values.

### Engineering measures

Technical measures and appropriate working operations should be given priority over the use of personal protective equipment.

---

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4-HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPYPERIDINE-1-OXYL (PAG. 4/9)

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET according to the Global Harmonized System

Product number 840130 Version 1.0  
Product name 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

---

### Individual protection measures

Protective clothing should be selected specifically for the workplace, depending on concentration and quantity of the hazardous substances handled. The chemical resistance of the protective equipment should be inquired at the respective supplier.

### Hygiene measures

Immediately change contaminated clothing. Apply skin-protective barrier cream. Wash hands and face after working with substance.

### Eye/face protection

Tightly fitting safety goggles

### Hand protection

Chemical-resistant, impervious gloves complying with an approved standard should be worn at all times when handling chemical products if a risk assessment indicates this is necessary.

### Respiratory protection

required when dusts are generated.

Use a properly fitted, air-purifying or air-fed respirator complying with an approved standard if a risk assessment indicates this is necessary. Respirator selection must be based on known or anticipated exposure levels, the hazards of the product and the safe working limits of the selected respirator.

---

## SECTION 9. Physical and chemical properties

Physical state	crystals
Color	dark orange
Odor	unpleasant
Odor Threshold	No information available.
pH	8.2 at 20 g/l 68 °F (20 °C)
Melting point	67 - 71 °C
Boiling point/boiling range	at 1,013 hPa not applicable, (decomposition)
Flash point	295 °F (146 °C) DIN 51758
Evaporation rate	No information available.
Flammability (solid, gas)	No information available.
Lower explosion limit	No information available.
Upper explosion limit	No information available.

---

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4-HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (PAG. 5/9)

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET

according to the Global Harmonized System

Product number 840130 Version 1.0  
Product name 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

Vapor pressure	< 0.01 hPa at 68 °F (20 °C)
Relative vapor density	No information available.
Relative density	No information available.
Water solubility	1,670 g/l at 68 °F (20 °C)
Partition coefficient: n-octanol/water	log Pow: 0.55 (calculated) Bioaccumulation is not expected (log Pow <1). (Lit.)
Autoignition temperature	No information available.
Decomposition temperature	> 284 °F (> 140 °C)
Viscosity, dynamic	No information available.
Explosive properties	No information available.
Ignition temperature	ca. 500 °F (260 °C) DIN 51794

### SECTION 10. Stability and reactivity

#### Reactivity

Forms explosive mixtures with air on intense heating.

#### Chemical stability

Sensitivity to light

#### Possibility of hazardous reactions

no information available

#### Conditions to avoid

Strong heating (decomposition).

#### Incompatible materials

no information available

#### Hazardous decomposition products

in the event of fire: See section 5.

### SECTION 11. Toxicological information

#### Information on toxicological effects

##### Likely route of exposure

Eye contact, Skin contact, Ingestion

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4 HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (PAG. 6/9)

MATERIAL SAFETY DATA SHEET  
according to the Global Harmonized System

Product number 840130 Version 1.0  
Product name 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

---

*Acute oral toxicity*  
LD50 rat: 1,053 mg/kg  
OECD Test Guideline 401

Symptoms: We have no description of any toxic symptoms.  
absorption

*Acute inhalation toxicity*

Symptoms: Possible damages: mucosal irritations

*Skin irritation*  
rabbit  
Result: slight irritation  
OECD Test Guideline 404  
slight irritation

*Eye irritation*  
rabbit  
Result: Severe irritations  
OECD Test Guideline 405  
Causes serious eye damage.

*Sensitization*  
Sensitization test: guinea pig  
Result: negative  
Method: OECD Test Guideline 406

*Genotoxicity in vivo*  
Mikronucleus-Test:  
Result: negative  
Method: OECD Test Guideline 474  
(External MSDS)

*Genotoxicity in vitro*  
Ames test  
Result: positive  
Method: OECD Test Guideline 471

*Specific target organ systemic toxicity - single exposure*  
The substance or mixture is not classified as specific target organ toxicant, single exposure.

*Specific target organ systemic toxicity - repeated exposure*  
The substance or mixture is not classified as specific target organ toxicant, repeated exposure.

*Aspiration hazard*  
Regarding the available data the classification criteria are not fulfilled.

**Carcinogenicity**

IARC	No ingredient of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.
OSHA	No ingredient of this product present at levels greater than or

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4 HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (PAG. 7/9)

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

according to the Global Harmonized System

Product number	840130	Version 1.0
Product name	4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis	

	equal to 0.1% is identified as a carcinogen or potential carcinogen by OSHA.
NTP	No ingredient of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as a known or anticipated carcinogen by NTP.
ACGIH	No ingredient of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as a carcinogen or potential carcinogen by ACGIH.

**Further information**

Other dangerous properties can not be excluded.  
Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice.

---

**SECTION 12. Ecological information**

**Ecotoxicity**

*Toxicity to fish*

LC50 Danio rerio (zebra fish): ca. 545 mg/l; 96 h  
OECD Test Guideline 203

*Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates*

NOEC Daphnia magna (Water flea): 1.5 mg/l; 21 d  
OECD Test Guideline 202

EC50 Daphnia magna (Water flea): ca. 54 mg/l; 48 h  
OECD Test Guideline 202

*Toxicity to algae*

IC50 Desmodesmus subspicatus (green algae): ca. 272 mg/l; 72 h  
OECD Test Guideline 201

*Toxicity to bacteria*

EC10 Pseudomonas putida: 428 mg/l; 16 h (External MSDS)

**Persistence and degradability**

*Biodegradability*

9 %; 28 d  
OECD Test Guideline 301A  
Not readily biodegradable.

**Bioaccumulative potential**

Partition coefficient: *n*-octanol/water  
log Pow: 0.55  
(calculated)  
Bioaccumulation is not expected (log Pow <1). (Lit.)

**Mobility in soil**

No information available.

**Other adverse effects**

*Additional ecological information*

Discharge into the environment must be avoided.

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4-HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (PAG. 8/9)

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET according to the Global Harmonized System

Product number 840130 Version 1.0  
Product name 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis

---

### SECTION 13. Disposal considerations

The information presented only applies to the material as supplied. The identification based on characteristic(s) or listing may not apply if the material has been used or otherwise contaminated. It is the responsibility of the waste generator to determine the toxicity and physical properties of the material generated to determine the proper waste identification and disposal methods in compliance with applicable regulations. Disposal should be in accordance with applicable regional, national and local laws and regulations.

---

### SECTION 14. Transport information

#### Land transport (DOT)

Not classified as dangerous in the meaning of transport regulations.

#### Air transport (IATA)

Not classified as dangerous in the meaning of transport regulations.

#### Sea transport (IMDG)

Not classified as dangerous in the meaning of transport regulations.

---

### SECTION 15. Regulatory information

United States of America

Canada

#### WHMIS Classification

E Corrosive Material

Corrosive to eyes

This product has been classified according to the hazard criteria of the CPR and the MSDS contains all of the information required by the CPR.

#### Notification status

TSCA: On TSCA Inventory

DSL: All components of this product are on the Canadian DSL.

---

### SECTION 16. Other information

#### Training advice

Provide adequate information, instruction and training for operators.

Full text of H-Statements referred to under sections 2 and 3.

H302 Harmful if swallowed.

H318 Causes serious eye damage.

Key or legend to abbreviations and acronyms used in the safety data sheet  
Used abbreviations and acronyms can be looked up at [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

---

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE 4-HYDROXY-2,2,6,6-TETRAMETHYLPYPERIDINE-1-OXYL (PAG. 9/9)

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET according to the Global Harmonized System

Product number	840130	Version 1.0
Product name	4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (free radical) for synthesis	

---

Date of issue: 03/16/2013

---

The information contained herein is based on the present state of our knowledge. It characterizes the product with regard to appropriate safety precautions. It does not represent a warranty of any product properties and we assume no liability for any loss or injury which may result from the use of this information. Users should conduct their own investigations to determine the suitability of the information.

*All rights reserved. Millipore and the "M" Mark are registered trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany.*

# APÉNDICE C

## HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ETANOL ABSOLUTO (PAG. 1/2)

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

ETANOL (ANHIDRO)		ICSC: 0044 Octubre 2000	
Alcohol etílico			
CAS:	64-17-5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH / C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O	
RTECS:	KQ630000	Masa molecular: 46.1	
NU:	1170		
CE Índice Anexo I:	603-003-00-5		
CE / EINECS:	200-578-6		
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con oxidantes fuertes.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
<b>Inhalación</b>	Tos. Dolor de cabeza. Fatiga. Somnolencia.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
<b>Piel</b>	Piel seca.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar con agua y jabón.
<b>Ojos</b>	Enrojecimiento. Dolor. Quemazón.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
<b>Ingestión</b>	Sensación de quemazón. Dolor de cabeza. Confusión. Vértigo. Pérdida del conocimiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>		
Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición. Recoger, o en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Eliminar el residuo con agua abundante.	<b>Clasificación UE</b> Símbolo: F R: 11 S: (2)-17-16 <b>Clasificación NU</b> Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II		
RESPUESTA DE EMERGENCIA	<b>ALMACENAMIENTO</b>		
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1170. Código NFPA: H 0; F 3; R 0;	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.		
IPCS International Programme on Chemical Safety			
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ETANOL ABSOLUTO (PAG. 2/2)

Fichas Internacionales de Seguridad Química

ETANOL (ANHIDRO)		ICSC: 0044
<b>DATOS IMPORTANTES</b>		
<p><b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO:</b> Líquido incoloro, de olor característico.</p> <p><b>PELIGROS FÍSICOS:</b> El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS:</b> Reacciona lentamente con hipoclorito cálcico, óxido de plata y amoníaco originando peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes tales como ácido nítrico, nitrato de plata, nitrato de mercurio o perclorato magnésico, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN:</b> TLV: 1000 ppm (como TWA), A4 (no clasificable como cancerígeno humano) (ACGIH 2004). MAK: 500 ppm; 960 mg/m<sup>3</sup>; Categoría de limitación de pico: II(2). Cancerígeno: categoría 5. Mutágeno: categoría 5. Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004).</p>	<p><b>VÍAS DE EXPOSICIÓN:</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN:</b> Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:</b> La sustancia irrita los ojos. La inhalación de altas concentraciones del vapor puede originar irritación de los ojos y del tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:</b> El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar al tracto respiratorio superior y al sistema nervioso central, dando lugar a irritación, dolor de cabeza, fatiga y falta de concentración. Ver Notas.</p>	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
<p>Punto de ebullición: 79°C Punto de fusión: -117°C Densidad relativa (agua = 1): 0,8 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 5,8 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1,6</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1,03 Punto de inflamación: 13°C c.c. Temperatura de autoignición: 363°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3,3-19 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0,32</p>	
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		
<p>El consumo de etanol durante el embarazo puede afectar al feto. La ingesta crónica de etanol puede causar cirrosis hepática. El punto de inflamación de la disolución acuosa al 50% es 24°C. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en abril de 2005: ver Límites de exposición.</p>		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2013): VLA-EC: 1000 ppm; 1910 mg/m<sup>3</sup> Notas: Esta sustancia tiene prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o biocida.</p>		
<b>Nota legal</b>	<p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p>	
© IPCS, CE 2005		

# APÉNDICE D

## HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ÁCIDO NÍTRICO (PAG. 1/5)



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

### ÁCIDO NÍTRICO 68-70 %

Rev. 0  
Fecha de Elaboración: 26 / Ene / 08  
Fecha de Actualización: 26 / Ene / 08

#### SECCIÓN I. DATOS GENERALES

Nombre de la Empresa: **QUÍMICA SUASTES, S.A. DE C.V.**  
En caso de emergencia comunicarse al: Tel.: 5859 8976 / 5859 8975  
Fax: 5859 8976  
Domicilio: Col. Del Mar, Delegación Tláhuac  
Calle Pámpano No. 7  
C.P. 13270, México, Distrito Federal

#### SECCIÓN II. DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

Nombre químico del producto: **ÁCIDO NÍTRICO**  
Sinónimos: **Ácido nítrico solución acuosa**  
Fórmula molecular: **HNO<sub>3</sub>**  
Peso molecular: **63.01**  
Familia química: **ÁCIDOS INORGÁNICOS**  
Uso del producto: **Reactivo de laboratorio.**

#### SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

##### III.1 Identificación

Numero CAS: 7697-37-2  
Numero ONU: 2031  
LMPE (PPT, CT, P): 2 ppm  
IPVS: N/A

##### III.2 Clasificación de riesgos NFPA

Salud: 4 Severamente peligroso  
Inflamabilidad: 0 Minimamente peligroso  
Reactividad: 0 Minimamente peligroso.  
EPP: K Capucha con línea de aire o equipo SCBA, guantes, traje completo de protección y botas  
Color de almacenaje: Amarillo

##### III.3 De los componentes riesgosos

COMPONENTE	No. CAS	No. ONU	CONTENIDO (%)	LMPE (PPT,CT,P)
ÁCIDO NÍTRICO	7697-37-2	2031	58 – 70%	2 ppm
AGUA	7732-18-5	N/A	48 – 30 %	N/A

#### SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Página 1 de 5

CS-FORSH-02-01  
Rev. 00/ 30 de noviembre de 2007

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ÁCIDO NÍTRICO (PAG. 2/5)



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

### ÁCIDO NÍTRICO 68-70 %

Rev. 0  
Fecha de Elaboración: 26 / Ene / 08  
Fecha de Actualización: 26 / Ene / 08

Aspecto físico y olor:	Solución incolora, clara. Olor cáustico.
Peso específico:	1.42
Presión de vapor (mmHg):	48 @20°C (68°F)
Solubilidad en agua @25 °C:	Infinitamente soluble.
Punto de fusión:	-3°C (27°F)
Punto de ebullición:	101°C (214°F)
Densidad del vapor (aire = 1):	NA
Temperatura de inflamabilidad:	NA
Temperatura de auto ignición:	NA
pH:	NA

## SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN

<b>PELIGRO DE EXPLOSIÓN</b>	Reacciona explosivamente con materiales orgánicos combustibles o fácilmente oxidables tales como: alcoholes, trementina, carbón, desperdicios orgánicos, metal en polvo, sulfuro de hidrógeno, etc. Reacciona con la mayoría de los metales para liberar gas de hidrógeno que puede formar mezclas explosivas con el aire.
Medios de extinción:	Guarde en un envase cerrado herméticamente, almacene en un área fresca, seca y bien ventilada. Proteja contra los daños físicos. No permita que entre agua dentro del envase.
Procedimientos especiales:	Aumenta la inflamabilidad de materiales combustibles, orgánicos y fácilmente oxidables. En el evento de un fuego, vestidos protectores completos y aparato respiratorio autónomo con mascarilla completa operando en la demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Descomposición:	Emite vapores tóxicos de óxido de nitrógeno y de nitrato de hidrógeno cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor de agua para producir calor y vapores tóxicos y corrosivos.

## SECCIÓN VI. DATOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad:	Almacenar de acuerdo a las consideraciones de la sección XII. Los recipientes pueden explotar cuando se calientan.
Incompatibilidad:	Oxidante peligroso de gran alcance, ácido nítrico concentrado es incompatible con la mayoría de las sustancias, especialmente bases fuertes, polvos metálicos, carburos, sulfuro de hidrógeno, trementina, y materia orgánica combustible.
Polimerización peligrosa:	No ocurriría
Condiciones a evitar:	Luz y Calor

## SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

## HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ÁCIDO NÍTRICO (PAG. 3/5)



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

### ÁCIDO NÍTRICO 68-70 %

Rev. 0  
Fecha de Elaboración: 26 / Ene / 08  
Fecha de Actualización: 26 / Ene / 08

#### VII.1 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Ácido Nítrico: LC50 inhalación en ratas: 244 ppm (NO<sub>2</sub>/30M); Oral (en humanos) LDLo: 430 mg/kg.

#### VII.2 PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación.** Si se inhala, sacar al aire fresco. Si no respira, administre respiración artificial. Si le cuesta trabajo respirar, administre oxígeno. Llame a un médico.

**Ingestión.** ¡NO INDUZCA EL VÓMITO! Administre grandes cantidades de agua o leche si se encuentra disponible. Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente. Busque atención médica inmediatamente.

**Contacto con la piel.** En caso de contacto, lave la piel inmediatamente con agua abundante por lo menos 15 minutos, mientras se quita la ropa y zapatos contaminados. Lave la ropa antes de usarla nuevamente. Limpie los zapatos completamente antes de usarlos de nuevo. Busque atención médica inmediatamente.

**Contacto con los ojos.** Lave los ojos inmediatamente con abundante agua, por lo menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente. Busque atención médica inmediatamente.

#### VII.3 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Ha sido investigado como mutagénico, causante de efectos reproductivos.

### SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Ventile el área donde ocurrió la fuga o derrame. Use el apropiado equipo protector personal. Aísle el área peligrosa. Evite la entrada de personal innecesario y no protegido. Contenga y recupere el líquido cuando sea posible. Neutralice con material alcalino (ceniza de sosa, cal) y luego absorba con un material inerte (ej. vermiculita, arena seca, tierra) y coloque en un recipiente para desechos químicos. No use materiales combustibles como el serrín. ¡No lo elimine en los drenajes!

Para información de EMERGENCIA EN TRANSPORTACIÓN llamar al Sistema de Emergencias en Transporte de la Industria Química SETIQ: 01 800 0021400 para el interior de la República y 01(55)5559 15 88 para el D.F. y Zona Metropolitana, las 24 horas del día. Para información de urgencia sobre salud, seguridad y medio ambiente llamar al teléfono 01(55)5859 8976 en México, D.F.

### SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL PARA CASOS DE EMERGENCIA

**Ventilación:** Se recomienda un sistema de escape local y/o general para las exposiciones de empleados debajo de los Límites de Exposición Aérea. En general, se prefiere la ventilación de extractor local debido a que puede controlar las emisiones del contaminante en su fuente, impidiendo dispersión del mismo al lugar general de trabajo.

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ÁCIDO NÍTRICO (PAG. 4/5)



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

### ÁCIDO NÍTRICO 68-70 %

Rev. 0  
Fecha de Elaboración: 26 / Ene / 08  
Fecha de Actualización: 26 / Ene / 08

- Protección respiratoria:** Si se excede el límite de exposición, se puede usar un respirador semifacial contra polvos/neblinas hasta diez veces el límite de exposición o la concentración máxima de utilización que especifica el organismo de control apropiado o el fabricante del respirador, lo que sea más bajo. Se puede usar un respirador facial
- Protección de ojos:** Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completo donde el contacto no sea posible. Los lentes de contacto no deberían ser usados cuando se trabaje con este material.
- Protección de la piel:** Usar ropa de protección adecuada y guantes de hule resistentes para evitar el contacto. En caso de contacto, lavarse rápidamente. Lavar la ropa y limpiar el equipo contaminado antes de usar lo de nuevo.

#### SECCIÓN X. INFORMACIÓN PARA SU TRANSPORTACIÓN

Carretera:	Tierra (D.O.T.)
Nombre legal de embarque:	ÁCIDO NÍTRICO (Con 65-70% Ácido Nítrico)
Clase peligrosa:	8
UNNA:	2031
Grupo de empaque:	II
Guía de Respuesta en caso de Emergencia:	157

#### SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Toxicidad Ambiental:  
No se encontró información

#### SECCIÓN XII. PRECAUCIONES ESPECIALES

**ALMACENAMIENTO:** Almacene en una área de almacenaje fresca, seca y ventilada, con pisos resistentes a los ácidos y buen drenaje. Proteja del daño físico. Mantenga fuera de la luz solar directa y lejos del calor, agua y materiales incompatibles. No lave el recipiente ni lo utilice para otros propósitos. Cuando diluya, el ácido siempre debe ser adicionado lentamente al agua y en pequeñas cantidades. Nunca use agua caliente y nunca adicione agua al ácido. El agua adicionada al ácido puede causar ebullición y salpicaduras descontroladas. Los envases de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos ya que retienen residuos del producto (vapores, líquido); observe todas las advertencias y precauciones que se listan para el producto.

**DESECHO:** Lo que no se pueda conservar para recuperación o reciclaje debe ser manejado en una instalación para eliminación de desechos apropiada y aprobada. Aunque no figura en la lista de RCRA como un material peligroso, este material puede presentar una o más características de los desechos peligrosos y requiere un análisis apropiado para determinar los requerimientos específicos de desecho. El procesamiento, utilización o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo del desecho. Las regulaciones de desechos estatales y locales pueden diferir de las regulaciones federales de desecho.

Desheche el envase y el contenido no usado de acuerdo con los requerimientos federales, estatales y locales.

# HOJA DE FICHA DE SEGURIDAD DE ÁCIDO NÍTRICO (PAG. 5/5)



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ÁCIDO NÍTRICO 68-70 %

Rev. 0  
Fecha de Elaboración: 26 / Ene / 08  
Fecha de Actualización: 26 / Ene / 08

Este documento ha sido preparado de acuerdo con los requisitos de la norma **NOM-018-STPS-2000**, de comunicación de peligros por sustancias químicas.

La información aquí contenida está basada en el conocimiento y experiencia actuales; no se acepta ninguna responsabilidad si es insuficiente o incorrecta en todos los casos. El usuario debe considerar estos datos como suplemento únicamente de otra información que haya obtenido por su propia experiencia para garantizar el uso y la eliminación apropiados de éstos materiales, la seguridad y salud del personal y clientes, así como la protección del medio ambiente.

Hoja de Datos de Seguridad de materiales preparada por: Subdirección de Control de Operaciones – Proceso de Seguridad e Higiene de Química Suastes, S.A. de C.V.

Ricardo Suastes Torales  
Responsable de Seguridad e Higiene



