

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME TÉCNICO

**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTION
DE CALIDAD MEDIANTE PRUEBAS DE LABORATORIO EN
CERVECERÍA**

PRESENTADO POR:
BR. PATRICIA ZULEMA DIANDERAS OSORIO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

**MODALIDAD DE SERVICIOS A NIVEL
PROFESIONAL**

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN:
DRA. ING. AMANDA ROSA MALDONADO FARFAN

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

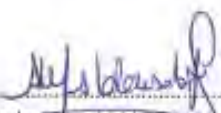
La que suscribe, ha sometido al sistema Turnitin, el informe técnico: **"IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD MEDIANTE PRUEBAS DE LABORATORIO EN CERVECERÍA"** presentado por: **Patricia Zulema Dianderas Osorio**, con DNI N° 74080095 para optar al Título Profesional de Ingeniero Químico. Informo que el Informe Técnico ha sido sometido a revisión por 01 vez, mediante el software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de laUNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en condición de Directora de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Procesos, firmo el presente Informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 25 de setiembre de 2024


Dra. Ing. Amaeda Rosa MALDONADO FARFAN

DNI: 23822559

ORCID: 0000-0002-4870-7078

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:

<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/aid.27259:385372457?locale=es-MX>

NOMBRE DEL TRABAJO

IMPLEMENTACION Y EVALUACION DE UN SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD MEDIANTE PRUEBAS DE LABORATORIO E

AUTOR

PATRICIA ZULEMA DIANDERAS OSORIO

RECuento de palabras

26072 Words

RECuento de caracteres

124623 Characters

RECuento de páginas

124 Pages

Tamaño del archivo

4.0MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 25, 2024 9:23 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 25, 2024 9:25 PM GMT-5

● 4% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

Introducción

En la industria cervecera, un producto de calidad es fundamental para complacer las necesidades del consumidor y crecer en el mercado. No obstante, la producción de la cerveza es compleja e implica múltiples etapas en donde, acorde a las políticas de la empresa, el operario tiene que estar inmerso, tanto en actividades operativas y analíticas.

En este contexto, surge la necesidad de monitorear las actividades analíticas del operario en las estaciones de calidad en las áreas productivas y del ingeniero de calidad en laboratorio central, con el fin de supervisar y verificar la precisión y confiabilidad analítica, así como, detectar oportunidades de mejora en los procesos analíticos realizados.

Un tipo de control eficiente de las actividades analíticas del operario es el análisis de un único lote de cerveza de referencia para todas las estaciones de trabajo operativas de calidad de la planta, el cual mediante gráficas de control y rango móvil de los datos registrados por el personal operario se puede brindar una mejor perspectiva de cómo se lleva a cabo el proceso de análisis en la planta, así mismo, este tiene la utilidad de verificar los resultados y tendencias en tiempo real para aplicar medidas correctivas de acuerdo a las políticas de la empresa.

No obstante, también es imperativa la necesidad de capacitar y evaluar al operario, para lo cual se precisa la estandarización operacional de métodos bajo la cual es posible capacitar al operario en todas las actividades analíticas que realizará. La aplicación de estas políticas en las estaciones de trabajo operativas en la planta Backus Cusco, asegura la efectividad del sistema de calidad en la fuente, detectando y corrigiendo fallos, de esta forma es posible asegurar un producto de calidad y consistente en el tiempo.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo implementar y evaluar un sistema de control analítico de laboratorio en cervecería, dirigido a todas las estaciones de trabajo operativas y laboratorio central de la planta Backus Cusco.

Como parte de la implementación del sistema de control se detalla las políticas para la producción, envasado y distribución de un lote de cerveza de referencia que será distribuida en todas las operaciones del Perú. Es así, que mediante este sistema de control de cerveza de referencia es posible el monitorear de las actividades analíticas de la operación.

Así mismo, se realizó el análisis estadístico de la cerveza de referencia identificando los límites permisibles de dispersión analítica en los principales parámetros fisicoquímicos del proceso cervecero, para contribuir con la mejora continua de la confiabilidad de los equipos de laboratorio y métodos de calidad usados en las estaciones de trabajo operativas.

Como parte de la metodología SDCA (Standardization, Do, Check, Act) para asegurar la implementación del sistema de control de cerveza de referencia se lleva a cabo la estandarización operacional mediante la ejecución de procedimientos detallados, rutinas de entrenamiento y evaluación por parte del personal especializado en control analítico a los operadores.

Palabras claves: Estandarización, SOP`s, DTO`s, ETO`s.

Índice

Capítulo I	1
Aspectos Generales	1
Actividades Desarrolladas por la Empresa AB INBEV	1
Historia.	3
Cultura y Principios.	4
Mundo Mejor.	5
Marcas Locales.	6
Cervecería Cusco.	7
Datos informativos de la empresa	8
Organigrama de la Empresa	9
Ubicación de la Planta	9
Áreas Funcionales e Infraestructura	10
Proceso Productivo	11
Cerveza.	11
Proceso Productivo de la Cerveza.	13
Germinación o Malteado.	14
Secado o Tostado.	17
Molturación o Molienda.	23
Maceración.	26
Cocción.	31
Fermentación y Maduración.	36
Objetivos	41

Objetivo general _____	41
Objetivos específicos _____	41
Trayectoria personal _____	42
Resumen cronológico y desarrollo personal _____	42
Capítulo II _____	46
Marco teórico _____	46
Cerveza de referencia _____	46
Sistema de control de referencia en cervecería _____	46
Definiciones _____	46
Control. _____	46
Muestra de control. _____	46
Cpm (Cpk). _____	47
Ppm (Ppk). _____	47
Uso regular de la BWC _____	47
Capítulo III _____	50
Metodología _____	50
Responsabilidades _____	50
Procedimientos de Producción, Muestreo y Análisis de la BWC _____	50
Seguridad. _____	50
Aparatos y Equipos. _____	50
Responsabilidades de la Planta _____	50
Método de Muestreo para la Planta de Producción de las Muestras de Referencia. _	50

Cantidad de Muestra. _____	51
Producción. _____	53
Almacenamiento de la muestra y envío. _____	54
Almacenamiento de muestras en planta receptora. _____	54
Análisis de las muestras en Cervecería Cusco. _____	55
Envío a las Cervecerías _____	58
Alcance _____	58
Recolección de Datos de la Planta _____	60
Tolerancias Analíticas Usadas en la Zona NAZ. _____	61
Generación de Registros de Control de Análisis _____	63
Capítulo IV _____	65
Resultados _____	65
Recolección de Datos de los Análisis Iniciales _____	65
Plantillas para la Recolección de Datos _____	67
Análisis de Datos _____	74
Gráficas de Control para el Laboratorio Central _____	74
Plan de Acción Ante Anomalías en las Lecturas _____	86
Análisis de Capacidad en las Estaciones de Trabajo Operativas _____	88
Análisis de Capacidad en el Laboratorio Central _____	88
Análisis de Capacidad en la ETO de Cocimientos _____	91
Análisis de Capacidad en la ETO de Fermentación _____	92
Análisis de Capacidad en la ETO de Filtración _____	94
Comparación de Medidas en la BWC en las ETO's y Laboratorio Central _____	96

Implementación un Sistema de Aseguramiento de la Calidad en la Fuente	97
Estandarización Operacional de Procesos (SOP)	97
Diagnóstico de Trabajo Operacional (DTO)	102
Análisis mínimos transferibles.	102
Gerenciador de DTO's.	103
Check list capacidades	104
Credenciales de habilitación para la realización de análisis.	107
Conclusiones	108
Recomendaciones	109
Bibliografía	110

Índice de Figuras

Figura 1. Producción de ABInBev a nivel mundial en las distintas zonas	2
Figura 2. Pilsen Callao 630 ml y 1L	7
Figura 3. Cristal 650 ml y 1L	7
Figura 4. Cusqueña Dorada 620ml	8
Figura 5. Cusqueña Trigo 620ml	8
Figura 6. Organigrama de la Cervecería Cusco	9
Figura 7. Ubicación local de la Cervecería Cusco	10
Figura 8. Diagrama de bloques de proceso productivo de cerveza	14
Figura 9. Evolución de la semilla durante el malteado	15
Figura 10. Procedimientos previos al malteo	16
Figura 11. Equipos de germinación y malteado	17
Figura 12. Desarrollo de pre-etapa de DMS en función de la temperatura y tiempo	20
Figura 13. Tostadero vertical de tres pisos	21
Figura 14. Tornillo sinfín desgerminador de malta	23
Figura 15. Molino de seis rodillos	24
Figura 16. Temperatura vs actividad enzimática	27
Figura 17. Tiempo vs actividad enzimática	28
Figura 18. pH vs Actividad enzimática	28
Figura 19. Cuba de maceración calentable	30
Figura 20 Diagrama de bloques para producción de mosto	30
Figura 21. Variación del coeficiente de ácido tiobartiburico (TBZ)	32
Figura 22. Paila de cocción por vapor con fondo doble	33

Figura 23. Variación de temperatura en paila de cocción interna_____	34
Figura 24. Duración usual de cocción a baja presión _____	35
Figura 25. Proceso de cocción de mosto a alta temperatura _____	36
Figura 26. Proceso fermentativo de mosto _____	38
Figura 27. Pallet de Producto Terminado Bloqueado para evitar su salida al mercado _____	54
Figura 28. Registro de análisis iniciales _____	63
Figura 29. Registro de análisis en la cerveza de referencia _____	63
Figura 30. Gráfico de control de los análisis de la cerveza de referencia_____	64
Figura 31. Gráfico de rango móvil de las mediciones de la cerveza de referencia_____	64
Figura 32. Análisis inicial de cada parámetro de la muestra de referencia en laboratorio _____	65
Figura 33. Plantilla de análisis iniciales para el laboratorio central 1. _____	66
Figura 34. Plantilla de análisis iniciales para el laboratorio central 1I. _____	66
Figura 35. Plantilla de análisis iniciales para el laboratorio central III. _____	67
Figura 36. Plantilla de recolección de lecturas de pH. _____	68
Figura 37. Plantilla de recolección de lecturas de color. _____	69
Figura 38. Plantilla de recolección de lecturas de amargor. _____	70
Figura 39. Plantilla de recolección de lecturas de polifenoles. _____	70
Figura 40. Plantilla de recolección de lecturas de alfa amino nitrógeno libre. _____	71
Figura 41. Plantilla de recolección de lecturas de NIBEM (espuma). _____	71
Figura 42. Plantilla de recolección de lecturas de calcio. _____	71
Figura 43. Plantilla de recolección de lecturas de hierro en cerveza. _____	72
Figura 44. Plantilla de recolección de lecturas de sulfitos en cerveza. _____	72
Figura 45. Plantilla de recolección de lecturas de diacetilo libre. _____	73

Figura 46. Plantilla de recolección de lecturas de pentanodiona.	74
Figura 47. Gráfica de control de pH en el laboratorio central	75
Figura 48. Gráfica de rango móvil para pH en el laboratorio central	75
Figura 49. Gráfica de control de color en el laboratorio central	76
Figura 50. Gráfica de rango móvil para color en el laboratorio central	76
Figura 51. Gráfica de control de amargor en el laboratorio central	77
Figura 52. Gráfica de rango móvil para amargor en el laboratorio central	77
Figura 53. Gráfica de control de extracto límite en el laboratorio central	78
Figura 54. Gráfica de rango móvil para extracto limite en el laboratorio central	78
Figura 55. Gráfica de control para alfa amino nitrógeno libre en el laboratorio central	79
Figura 56. Gráfica de rango móvil para alfa amino nitrógeno libre en el laboratorio central	79
Figura 57. Gráfica de control de NIBEM en el laboratorio central	80
Figura 58. Gráfica de rango móvil para NIBEM en el laboratorio central	80
Figura 59. Gráfica de control de calcio en el laboratorio central	81
Figura 60. Gráfica de rango móvil para calcio en el laboratorio central	81
Figura 61. Gráfica de control de hierro en el laboratorio central	82
Figura 62. Gráfica de rango móvil para hierro en el laboratorio central	82
Figura 63. Gráfica de control de sulfitos en el laboratorio central	83
Figura 64. Gráfica de rango móvil para sulfitos en el laboratorio central	83
Figura 65. Gráfica de control de diacetilo en el laboratorio central	84
Figura 66. Gráfica de rango móvil para diacetilo en el laboratorio central	84
Figura 67. Gráfica de control de pentanodiona en el laboratorio central	85
Figura 68. Gráfica de rango móvil para pentanodiona en el laboratorio central	85

Figura 69. Ejemplo de medida fuera de los límites de control superior o inferior. _____	86
Figura 70. Ejemplo de datos fuera del límite de control y con tendencia ascendente. _____	87
Figura 71. Ejemplo de datos fuera del límite de rango móvil. _____	87
Figura 72. Ejemplo cambio de tendencia de datos. _____	88
Figura 73. Análisis de capacidad para el laboratorio central I _____	90
Figura 74. Análisis de capacidad para el laboratorio central II _____	91
Figura 75. Análisis de capacidad para la ETO de cocimientos. _____	92
Figura 76. Análisis de capacidad para la ETO de fermentación. _____	93
Figura 77. Análisis de capacidad para la ETO de filtración. _____	95
Figura 78. Comparación de medidas en la BWC en las ETO's y laboratorio central _____	97
Figura 79. Ejemplo de la lista de SOP's pertenecientes al área de calidad en Planta Cusco ____	99
Figura 80. Ejemplo una SOP perteneciente al área de calidad en Planta Cusco I _____	100
Figura 81. Ejemplo una SOP perteneciente al área de calidad en Planta Cusco II _____	101
Figura 82. Ejemplo una SOP perteneciente al área de calidad en Planta Cusco III _____	102
Figura 83. Análisis máximos transferibles al área de elaboración. _____	103
Figura 84. Gerenciador de DTO's de área de elaboración. _____	104
Figura 85. Gerenciador de DTO's de área de elaboración I. _____	105
Figura 86. Gerenciador de DTO's de área de elaboración II. _____	106
Figura 87. Gerenciador de DTO's de área de elaboración III _____	106
Figura 88. Carnet de habilitación del operador _____	107

Índice de Tablas

Tabla 1. Condiciones básicas para fabricación de malta _____	22
Tabla 2. Clasificación para tamizaje _____	25
Tabla 3. Clasificación para molienda _____	25
Tabla 4. Condiciones de molturación _____	26
Tabla 5. Condiciones de temperatura y pH para actividad de enzimas _____	29
Tabla 6. Ecuaciones asociadas a la producción de cerveza _____	37
Tabla 7. Ecuaciones auxiliares _____	38
Tabla 8. Muestreo aleatorio de pallets _____	56
Tabla 9. Número de pallets recibidos _____	57
Tabla 10. Análisis respectivos y sus características _____	59
Tabla 11. Tolerancias Analíticas del BWC _____	62

Capítulo I

Aspectos Generales

Actividades Desarrolladas por la Empresa AB INBEV

La entidad empleadora es la denominada AB-INBEV dedicada principalmente a la producción de cervezas, teniendo también líneas de aguas, gaseosas, etc. Dicha entidad en el Perú es dueña de la reconocida empresa BACKUS, ahora filial de ABInBev, quien tiene distintas marcas de cerveza, agua y gaseosas, para cubrir el mercado nacional cuenta con 8 plantas distribuidas en todo el Perú, la cuales son Cervecería Motupe, Cervecería Ate, Cervecería Huachipa, Cervecería Huarochirí, Cervecería Arequipa, Cervecería Pucallpa, Cervecería Cusco y Maltería Lima, cuenta también con 42 centros de distribución, 300 mil puntos de venta, teniendo 140 años en el mercado. Se debe señalar también que BACKUS pertenece a la unidad de negocio denominada PEC de AB InBev, el cual cubre la región ecuatoriana, con 2 plantas productoras de las marcas preferidas por los habitantes, estas plantas son Cervecería Guayaquil, Maltería Guayaquil y La Cervecería Quito. Backus tiene un aproximado de 3376 colaboradores, también cuenta con programas de desarrollo sostenible como: EMPRENDIMIENTO “Creciendo por un sueño”, CONSUMO INTELIGENTE “Programa city pilot”, CUIDADO DEL AGUA “Infraestructura verde” y su voluntariado “Plataforma #MeUno”. Además, esta compañía realiza auspicios y patrocinios con las cual a través de su marca corporativa auspicia eventos como el CADE ejecutivos, que es la reunión más grande de directivos del país (Backus, 2024)

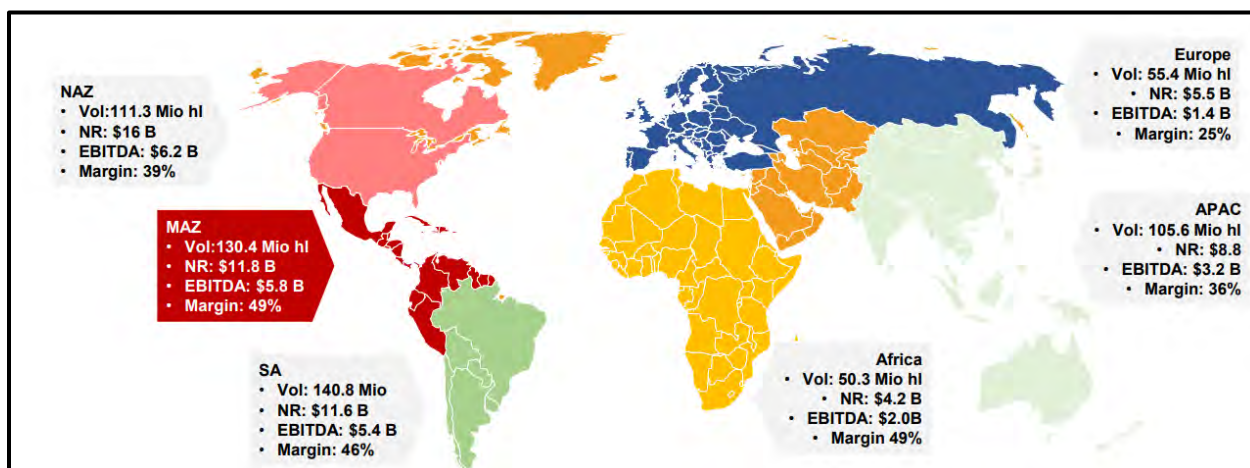
AB-INBEV es una empresa multinacional, dueña de conocidas marcas mundiales de cerveza como: Budwieser, Corona, Brahma, Stella Artois y muchas otras, esta organización cubre aproximadamente el 25% de la demanda mundial de cerveza y su sede principal está en Lovaina, Bélgica, fue fundada en el 2008, tiene filiales a nivel mundial, entre ellas BACKUS,

Inbev, Grupo Modelo, Cervecería Bavaria, Beck's, SUN InBev, Mill Street Brewery, Oriental Brewery, Compañía cervecera de Canarias, InBev Nederland N.V., AB InBev France S.A.S., LA GINETTE, y muchas otras distribuidas en diferentes países encargados de producir y distribuir los distintos tipos de cerveza y demás productos (ABInBev, 2018)

En la figura 1 se describe la presencia de AB-INBEV en el mundo donde se observa que su producción en cada sector es muy considerable, para cubrir los países de Canadá y EEUU (Zona NAZ) llega a producir un volumen aproximado de 111.3 Millones de hectolitros de cerveza, mientras que en la zona MAZ que cubre países como México, Colombia, Perú, Ecuador Honduras, El Salvador y República Dominicana produce un volumen aproximado de 130.4 millones de hectolitros que son destinados a cubrir la demanda de dichos países, la zona SA cubre países como Brasil, Argentina y Bolivia para ello se produce un aproximado de 140.8 millones de litros, para la otra parte del mundo están las zonas Europe, APAC y África que son encargadas de cubrir la demanda de esos mercados cuya producción hacen un total de 211.3 millones de hectolitros (ABInBev, 2018)

Figura 1

Producción de ABInBev a nivel mundial en las distintas zonas



Fuente: ABInBev, 2018

Historia. En el año 1366, es decir hace más de 600 años en Lovaina, Bélgica se fundó la primera cervecería denominada Den Hoom, es ahí donde empieza la historia de ABInBev; luego de varios años en 1879 en paralelo a su crecimiento, en Perú Jacobo Backus y Howard Johnston fundaron una fábrica de hielo que más adelante pasó a llamarse Backus & Johnston Brewery Ltd, la cual en 1954 fue comprado por inversionistas peruanos y así se convirtió en la Cervecería Backus & Johnston S.A. dueña de Cristal creada en 1922. En 1971 se empieza las operaciones en el oriente peruano fundando así la cervecería San Juan. Para 1987 se crea en Belgica, Interbrew, que era la fusión de las dos cervecerías belgas más grandes: Artois, con sede en Lovaina y Piedboeuf con sede en Jupille. En Perú en 1994 Backus adquirió el 62% de las acciones de su principal competidor que era la Compañía Nacional de Cerveza (CNC) y con ello la marca Pilsen Callao (creada en 1863) pasó a formar parte del portafolio de Backus. En 1996 se funda la Unión de Cervecerías Peruana Backus y Johnston S.A.A. (UCP Backus y Johnston) convirtiéndose en la empresa cervecera más importante del Perú, esto de dio con la fusión de Cervecería Backus y Johnston S.A., Compañía Nacional de Cerveza S.A., Cervecería del Norte S.A. y Sociedad Cervecera de Trujillo S.A. Luego en 1999 en Brasil surge AmBev a través de la fusión de las dos compañías cerveceras más grandes del país, Antártica (fundada en 1882) y Brahma (fundada en 1888). Para el año 2000 UCP Backus y Johnston adquiere Cervesur que incluyó plantas en Arequipa y Cusco con sus marcas Arequipeña y Cusqueña. En 2002 Bavaria compra un importante porcentaje de acciones de Backus haciendo que se convierta en el principal accionista. En 2004 se forja la Cervera más grande del mundo con la unión de Interbrew y AmBev. Para 2005 la empresa de origen Sudafricano SABMiller con sede en Londres considerado el segundo grupo cervecero de mayor importancia a nivel mundial, adquiere Bavaria y por lo tanto Backus pasó a formar parte de este ente. En el 2008 Budwieser

(marca creada en 1876) pasa a formar parte del portafolio de ABInBev debido a que Anheuser-Bush e InBev se combinan y forman Anheuser-Bush InBev. En 2013 AB Inbev adquiere Grupo Modelo, cervecería mexicana y dueña de Corona, creada en 1925. Para 2016 AB InBev y SABMiller se juntan formando así la cervecera global que lidera el mercado y que a la actualidad cubre las enormes demandas mundiales (Backus, 2024)

Cultura y Principios. La compañía dentro su cultura se rige por tres pilares, que son:

- El sueño de la empresa: Esto impulsa a unir a la gente por un mundo mejor lo que lleva a canalizar la pasión por lo que hacen para crear valor con los equipos que trabajan. (Backus, 2024)
- Soñar en grande: Para ello se debe tener gente talentosa, la empresa tiene el fiel pensamiento y cree que la única ventaja competitiva y duradera en la gente, por lo que contrata a los mejores porque eso hace que la empresa sea mejor (Backus, 2024)
- Su cultura: Esto está dado bajo la cultura de dueños, porque ellos toman las mejores decisiones, saben que es su negocio, su dinero, sus marcas, sus productos (Backus, 2024)

Sobre estos pilares se levantan 10 principios que rigen la forma de ser de la empresa y estos son:

- Sueño: El sueño compartido motiva a trabajar a todos en la misma dirección “Unir a la gente por un mundo mejor”.
- Gente: La mayor fortaleza de la empresa en la gente, la gente excelente crece en la medida de su talento y es retribuida en consecuencia.
- Gente: Seleccionan, desarrollan y retienen a las personas que pueden ser mejor que la empresa, esto hace que se juzgue por la calidad de sus equipos.

- Cultura: Nunca están completamente satisfechos con sus resultados, que es el combustible de la compañía, se garantiza una ventaja competitiva duradera con la autocomplacencia cerro.
- Cultura: El consumidos manda, ofrecen experiencias de marca que tienen un papel importante en la vida de los consumidores, pero siempre de forma responsable.
- Cultura: Es una compañía de dueños, quienes asumen los resultados como algo personal.
- Cultura: El sentido común y la simplicidad generalmente son mejores guías que la sofisticación y complejidad innecesarias.
- Cultura: Controlar estrictamente los costos para liberar recursos que mantendrán un crecimiento sostenible y lucrativo de sus ingresos.
- Cultura: Liderar mediante el ejemplo personal es el corazón de la cultura de Backus, se hace lo que se dice.
- Cultura: Nunca toman atajos, la integridad, el trabajo duro, la calidad y la responsabilidad son la clave para construir la compañía (Backus, 2024)

Mundo Mejor. La compañía realiza por hacer del mundo un mejor lugar, combinando escalas, recursos y energía con las necesidades de la comunidad, esto se basa en tres pilares que son:

- Un mundo que crece: Donde todos tengan la oportunidad de mejorar su calidad de vida. Un ejemplo de esto es la campaña “Cusqueña Telar” donde se busca revalorizar el arte textil y fomentar la labor de las comunidades. Talentosas artesanas Cusqueñas participaron en la elaboración del panel realizado a mano. Esta iniciativa nace para recordar la identidad que tenemos como peruanos y a su vez para ayudar a la economía de las familias Cusqueñas.

- Un mundo más limpio: Donde los recursos naturales sean siempre accesibles y seguros para todos. El programa Save the beach genera conciencia sobre los efectos del consumo desmedido de plástico a través de la limpieza de playas buscando lograr un cambio a largo plazo y fortaleciendo la valoración que se tiene del medio ambiente.
- Un mundo saludable: Donde cada experiencia vinculada al consumo de alcohol sea positiva para todos. En Gente que Vende, los colaboradores salen a las calles para hacer ciertas campañas como: No vender a menores de edad, Si bebo no conduzco, entre otros. Además, está la campaña Solo +18 donde se promueve la venta solo a mayores de edad (Backus, 2024)

Marcas Locales. La compañía tiene algunas marcas locales más reconocidas, aquellas de la que los peruanos nos sentimos orgullosos y por lo que tiene un consumo alto, éstas son:

- Cerveza Cristal: Que fue creada en 1922, tiene gran liderazgo y reconocimiento a nivel nacional con una amplia historia de maestría cervecera. Apunta al consumo en momentos de celebración en fiestas, partidos de fútbol y/o disfrutando la comida peruana. Tiene el 50% de consumo nacional con más de 97 años en el mercado.
- Cerveza Pilsen Callao: Es la cerveza más antigua del portafolio, creada en 1863 y que a pesar de los años mantiene su sabor tradicional y su característica botella verde, apunta su consumo para crear y celebrar momentos de verdadera amistad.
- Cerveza Cusqueña: De origen Cusqueño hecho con ingredientes de la más alta calidad, 100% pura cebada y lupulo Saaz, su consumo es direccionado al disfrute máximo de los mejores momentos de la vida. Tiene 4 variedades que son Cusqueña Dorada, Cusqueña Malta, Cusqueña Red Lager y Cusqueña Trigo.

La compañía también tiene marcas no cerveceras como Agua Mineral San Mateo, un

agua extraída de manantiales, Gaseosa Guaraná, Maltin Power y gaseosa Viva.

Cervecería Cusco. El presente trabajo tiene su enfoque principalmente en la Cervecería Cusco, ubicada en la Ciudad del Cusco, en la cual se producen las marcas más reconocidas de cerveza como: Pilsen Callao, Cristal, Cusqueña Dorada, y Cusqueña Trigo. La producción se enfoca a producir las siguientes presentaciones mostradas en las figuras 2 a 5:

Figura 2

Pilsen Callao 630 ml y 1L



Fuente: BACKUS, 2024

Figura 3

Cristal 650 ml y 1L



Fuente: BACKUS, 2024

Figura 4

Cusqueña Dorada 620ml



Fuente: BACKUS, 2024

Figura 5

Cusqueña Trigo 620ml



Fuente: BACKUS, 2024

Datos informativos de la empresa

- RUC: 20527294917
- Razón Social: CERVECERIAS CUSCO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
- Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- Dirección: Av. La Cultura 725, Cusco, Cusco, Perú

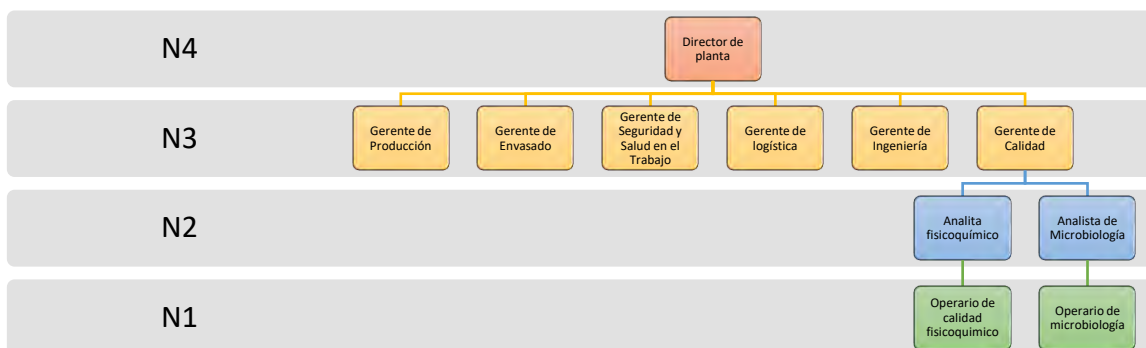
- Web: <https://www.backus.pe/nosotros/plantas-y-distribuidoras/planta-cusco>

Organigrama de la Empresa

La figura 6 muestra el organigrama con el que se trabaja en la Cervecería Cusco donde a la cabeza se encuentra el director de la cervecería, seguido de los gerentes de elaboración de cerveza, envasado de cerveza, gerente de ingeniería, gerente de calidad, gerente de seguridad y salud en el trabajo y el gerente de logística, denominado como N3, mientras que en el área de calidad se encuentra el área de microbiología y fisicoquímico compuestos a su vez por analistas de calidad microbiológicos y fisicoquímicos, denominados N2, quienes a su vez tiene a su cargo al operarios de calidad microbiológico y físicoquímico, denominados como N1.

Figura 6

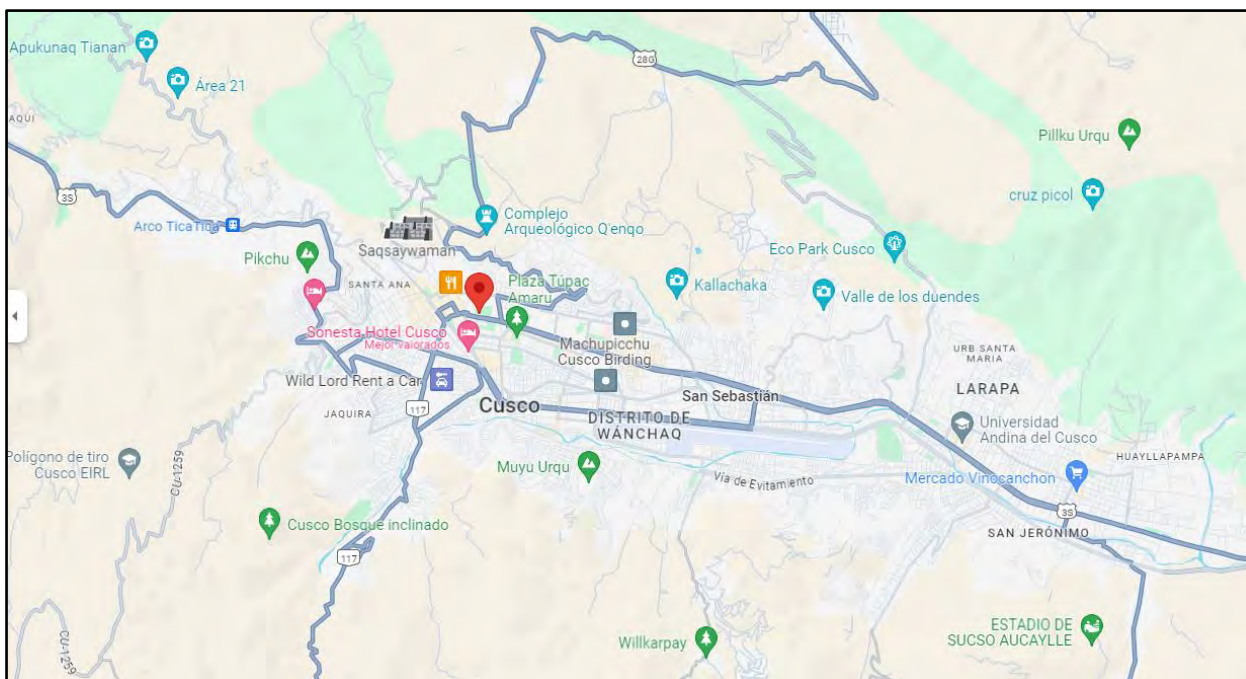
Organigrama de la Cervecería Cusco



Fuente: Elaboración propia

Ubicación de la Planta

La sede de producción Cervecería Cusco se ubica en Av. La Cultura 725, Cusco, Cusco, Perú, como muestra la figura 7.

Figura 7.*Ubicación local de la Cervecería Cusco*

Fuente: Google Maps

Áreas Funcionales e Infraestructura

En la Cervecería se cuenta con las siguientes principales áreas de infraestructura:

- Área de elaboración de cerveza:
 - o Área de recepción almacenamiento de granos
 - o Área de cocción (zona de maceración, ebullición y enfriamiento de mosto)
 - o Área de bodegas (zona de fermentación y maduración de cerveza verde)
 - o Área de filtración (zona de filtración para cerveza brillante)
- Área de envasado (zona de embotellamiento, pasteurización, etiquetado y encajonado de producto terminado)
- Área de planta de fuerza (zona de tratamiento de aguas de proceso cervecero y zona de abastecimiento de servicios industriales como vapor, aire, CO₂, electricidad y

amoniaco)

- Área de tratamiento biológico de aguas residuales (BTS)
- Área de logística:
 - o Almacén de materiales (zona de recepción, almacenamiento y distribución interna de materiales, insumos y productos químicos)
 - o Almacén de producto terminado (zona de almacenamiento y distribución externa de cerveza envasada)
- Área de calidad:
 - o Laboratorio de control fisicoquímico
 - o Laboratorio de control microbiológico

Así mismo, el área de calidad cuenta con estaciones de trabajo operativas, ETO's por sus siglas, adicionales al laboratorio central de fisicoquímica y microbiología, en las cuales el operador del área productiva realiza el análisis de los parámetros fisicoquímicos críticos para garantizar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad en cada etapa del proceso. Las ETO's que cuenta Cervecería Cusco son las siguientes:

- Estación de cocimiento
- Estación de fermentación y maduración
- Estación de filtro
- Estación de envasado
- Estación de BTS
- Estación de sala de fuerza

Proceso Productivo

Cerveza. La cerveza es la bebida producto del proceso de fermentación alcohólica con

levaduras y mosto de malta de cebada, sola o en mezcla con productos amiláceos que se transforman en azúcares a causa de la digestión enzimática y con la adición de lúpulo sometidos a proceso de cocción. Para la producción de la cerveza, la malta es sustituible con malta de cereales o granos crudos que tengan contenido de féculas, también por azúcares siempre en cuando no excedan el 50% en masa de la materia prima elegida (Cerveceros de España, 2021).

La fabricación de esta bebida se remonta a muchos años atrás y está relacionada a tres procesos bioquímicos: La formación de enzimas en el grano de cereal, la degradación de almidón a azúcar y finalmente la fermentación del azúcar y su conversión a alcohol y CO₂, estos procesos y su efecto embriagante son conocidos hace miles de años y la mención más antigua de la cerveza se halla en la Mesopotamia en una escritura cuneiforme del año 2800 a.C., en la cual se describe la distribución de pan y cerveza a los trabajadores; también en el antiguo Egipto el negocio de la cerveza fue prospero, tal y como lo muestra la historia en diversos descubrimientos (Kunze, 2006)

Los egipcios elaboraban una cerveza llamada Zythum que con el paso del tiempo fueron mejorando en aspectos como el sabor, jengibre, canela o miel, también desarrollaron técnicas avanzadas de filtrado para mejorar el aspecto de la cerveza, ellos son responsables de la invención del malteado y de la gran escalada en la calidad de la cerveza que obtuvieron durante su preparación. La cerveza tenía producción abundante en todo Egipto, existían industrias cerveceras en toda la región y los fabricantes eran muy bien valorados pues hasta tenían beneficios como la exclusión del servicio militar y elaboraban hasta 17 tipos de cervezas variando las materias primas y el proceso de elaboración, dado este éxito los griegos también copiaron los métodos de elaboración aunque las altas clases preferían el vino y la cerveza se destinaba a las clases bajas y con el tiempo esta se fue haciendo de menor precio y

desprestigiándose más ya que era la bebida más consumida por los barbaros. De acuerdo a antiguas recetas se cree que la cerveza se elaboraba por lotes y en diferentes calidades, destacando tres tipos de cerveza: una de mayor calidad y graduación reservada, otra de calidad reservada y de menor graduación y la tercera de menor calidad y graduación (Edhasa, 2018).

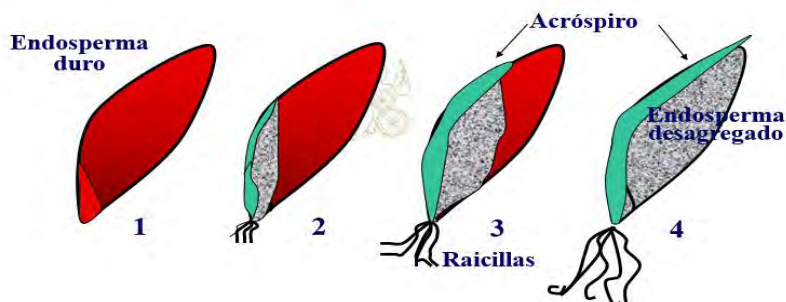
En la cerveza la calidad de cada uno de sus ingredientes es importante para la obtención final de un buen producto, como primer componente se tiene al agua que es un elemento primordial para la elaboración de cerveza, esta tiene que ser pura, potable y estéril ya que tiene influencia en las características organolépticas de la cerveza, al momento de la elaboración de la cerveza los componentes principales que se deben tener en cuenta son el calcio que influye en la turbidez y el color, los sulfatos que influyen en el amargor y los cloruros que afectan la textura de la cerveza. La cebada es el cereal que hace posible el malteado y las cualidades presentes en el tipo de cebada usada durante el malteado ejercen un papel fundamental en la elaboración de la cerveza. El lúpulo es otro agente al que la cerveza debe su amargor y este hace que la cerveza sea de tono dulzón y sea espesa, además este aporta un intenso aroma y contribuye a la estabilidad de la espuma; la levadura usada para el proceso de fermentación del mosto influye en las cualidades organolépticas del producto final, esta transforma los azúcares en alcohol y gas carbónico (Cerveceros de España, 2021).

Proceso Productivo de la Cerveza. El proceso productivo de la cerveza está compuesto por procesos unitarios que involucran a la germinación o malteado, secado o tostado, molturación o molienda, maceración, cocción, fermentación y maduración, estos procesos se integran y dan lugar a la producción de cerveza de alta calidad, producto que se obtiene con el control estricto de cada paso, se presenta el esquema de producción en la figura 8.

maceración en la que además de limpiarse el grano se introduce a la cebada agua y oxígeno con el propósito de que la humedad del grano pueda incrementar desde 14% hasta 42 o 46%, el tipo de malta que se quiera conseguir depende de este último valor ya que las maltas claras tienen un valor de humedad entre 42 a 44% y para maltas oscuras el valor de la humedad es superior. La rapidez de la maceración depende de factores como la temperatura y el tamaño de grano, la temperatura es de aproximadamente 12°C, pero pueden usarse temperaturas superiores que se aproximen a 30°C con aireación, los procesos bioquímicos que contribuyen a la germinación del grano empiezan a desarrollarse cuando este incrementa su humedad; es necesario el suministro periódico de agua de maceración (García Olmedo, 2016). La figura 9 muestra la evolución de la semilla durante el proceso de malteado previamente explicado.

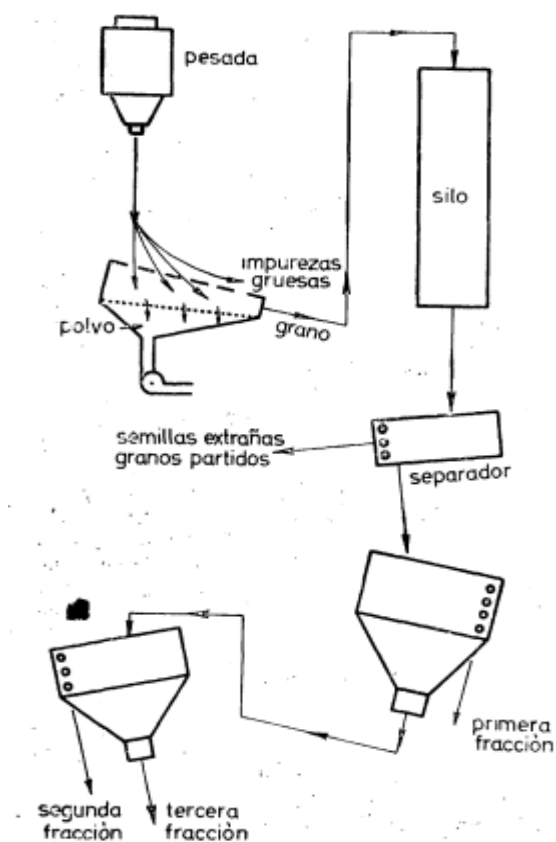
Figura 9

Evolución de la semilla durante el malteado



Fuente: (Backus, 2024)

La limpieza de los granos y el suministro de agua y oxígeno son los principales objetivos de la maceración y estos determinan la construcción de tanques en los que se deben llevar a cabo.

Figura 10*Procedimientos previos al malteo*

Fuente: (Garcia Olmedo, 2016)

Los equipos más modernos constan de tanques de hierro, con fondo cónico, en estos se inyecta el aire por la parte inferior para lograr la homogenización del contenido de oxígeno en el agua, además, permite que se minimice el efecto del peso de la cebada sobre las capas inferiores y se pueda someter al grano a un agitado suave que favorezca su limpieza (Garcia Olmedo, 2016)

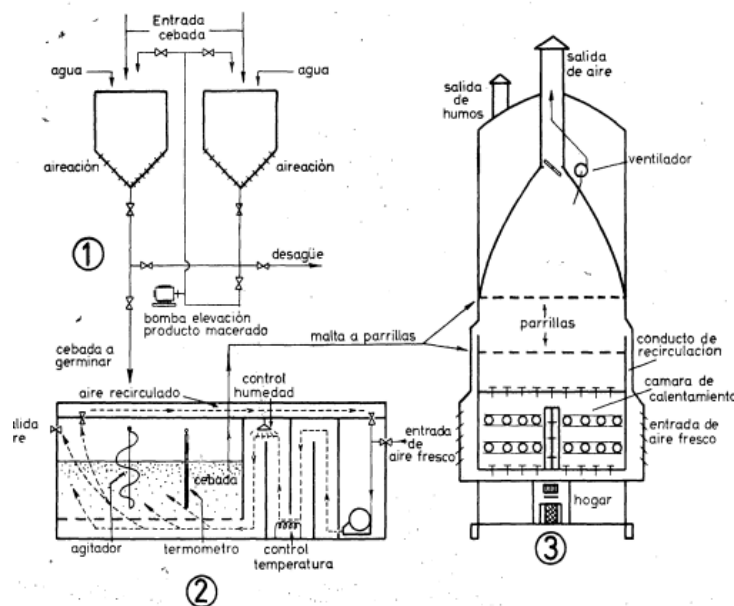
Uno de los grandes avances más grandes en el aspecto económico de la producción de cerveza es la introducción del malteo neumático debido a que requiere solo un sexto del espacio y la mitad del personal, además que no se ve interrumpido en etapas calurosas, este tipo de malteo se realiza en dos formas: malteo en tambor rotatorio y malteo en caja de germinación, el primer equipo se conforma por un tambor rotatorio de hasta dos metros de diámetro, cuyas

paredes se dotan de tubos que conducen aire que penetra la capa de cebada y sale por un tubo axial. Las cajas de germinación tienen en muchos casos mayor capacidad que el equipo de tambor y se compone por cajas de 1.80 m de altura y con relación de longitud-anchura de 5:1. Una alternativa a este método es el Windish y Kropff que se compone de una caja de germinación que permite la acumulación de anhídrido carbónico en la segunda mitad del proceso, con lo que se contiene el crecimiento de la raíz y se disminuyen las pérdidas durante el malteo (Garcia Olmedo, 2016)

En la figura 11 se muestra los equipos de germinación y malteado usados en este proceso.

Figura 11

Equipos de germinación y malteado



Fuente: Garcia Olmedo, 2016

Secado o Tostado. Las semillas germinadas de malta se transportan a un molino, este equipo puede trabajar por vía seca o húmeda, con el objetivo eliminar el contenido de agua de los granos logrando una humedad cercana al 5% que ayuda a prolongar el tiempo de almacenamiento de los granos en caso no se vayan a moler inmediatamente (Verdú Gisbert,

2016)

El contenido de agua que supera el 40 % se disminuye a menos del 5%, logrando un periodo de almacenamiento más alto y una mejor conservación de la malta; el secado o tostado hace posible la detención de todas las funciones vitales en la malta como la germinación y la actividad enzimática, sin embargo, el potencial enzimático se mantiene en su totalidad. Los cambios producidos durante el tostado son la reducción del contenido de agua, la interrupción de la germinación y la formación de sustancias colorantes y aromáticas; durante el proceso de secado las enzimas son altamente sensibles al calor húmedo, por lo que es necesario pre- secarlas antes de aplicar calor en mayor proporción, la interrupción de la germinación se produce debido a la remoción de agua, por lo que se inactiva el crecimiento de las raíces de modo que la malta ya no respira y se finaliza la modificación y degradación de la malta, entonces esta ya puede considerarse estable, a temperaturas superiores a los 90°C y tiempos extensos los aminoácidos se unen a los azúcares y producen compuestos de color marrón- rojizo de aroma fuerte llamados melanoidinas y debido a las reacciones de compuestos de carbonilos y aminoácidos se forman aldehídos denominados Strecker, se debe tener en cuenta que el total de compuestos formados se debe a las reacciones de Millard, que algunas veces pueden llegar a ser desagradables y dar sensación de sabor negativo de envejecimiento a la cerveza. Si se desean evitar la formación de sustancias debido a la reacción de Millard se debe controlar la temperatura y el valor de pH, además de otros factores que pueden llegar a causarla, también se puede recurrir al uso de variedades de cebada que presenten menor grado de modificación proteica, procurar tener un bajo grado de remojo y reducir la cantidad de oxígeno a partir del tercer día de germinación, el pre- secado se debe hacer a temperaturas iniciales de 35-50°C (Kunze, 2006)

Durante la etapa de pre- tostado se forma sulfuro de dimetilo (DMS) que es un

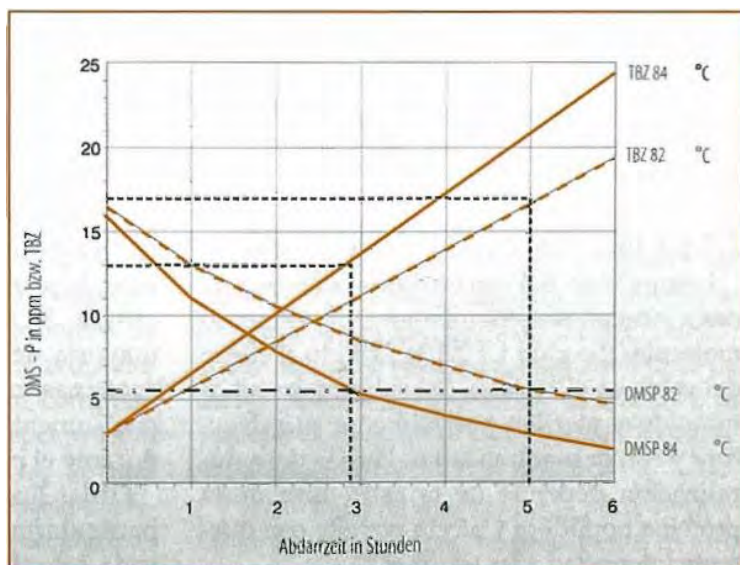
compuesto capaz de transferir a la cerveza un sabor y olor característico a hierbas, indeseados durante la etapa de producción, esta producción de DMS comienza en la etapa de malteado y se forma debido a factores como el predecesor inactivado del DMS que se forma durante la germinación que es la S- metionina, la variedad de cebada que presenta variedad de contenidos de DMS-P.

La variedad Alexis muestra un bajo contenido de DMS-P, las variedades de cebada de invierno cuentan con aproximadamente 2 ppm superiores a la cebada de verano; un factor importante a considerar es el lugar de cultivo, el factor humedad del producto que adquiere en el proceso de germinación, cambios de temperatura de pre- secado y temperatura de curado para la que se presenta mayor formación de DMS a mayores temperaturas (Kunze, 2006)

La influencia de la temperatura y el tiempo de secado se observa en la calidad del producto; el pre- secado influye sobre los factores que brindan estabilidad al sabor, las temperatura que se encuentran alrededor de 50°C y tiempos prolongados de pre- secado influyen positivamente en la estabilidad del sabor; la temperatura de curado se encuentra alrededor de 80°C como mínimo y la estabilidad en el sabor de la cerveza depende de que se mantenga una carga térmica baja de la cebada, sin embargo, para la malta se requiere una carga térmica alta ya que disminuye el DMS con el periodo de cocción, por lo que estos requerimientos se retan y es necesario buscar una solución para satisfacer los dos requerimientos, para lo cual se presenta el siguiente gráfico en el que se puede encontrar un punto óptimo en la intersección de las curvas para el cumplimiento de los requerimientos (Kunze, 2006)

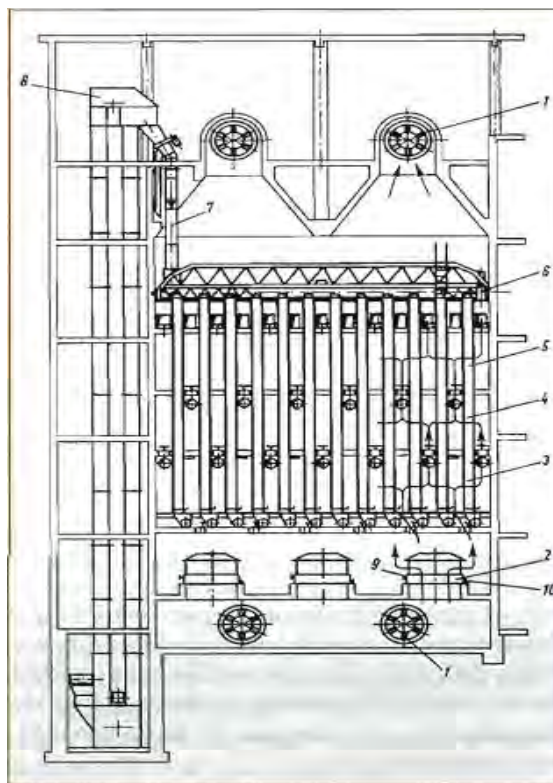
Figura 12

Desarrollo de pre-etapa de DMS en función de la temperatura y tiempo



Fuente: Kunze, 2006

Después del secado o tostado, la malta adquiere el color y aroma, así como la resistencia necesaria para hacer posible su almacenamiento, se distinguen dos fases durante el proceso: una fase de secado que se realiza a temperaturas no muy altas y un golpe de fuego a temperaturas elevadas. En la fabricación de maltas oscuras se supera el intervalo de temperatura superior de 85°C para lograr coloraciones y aromas deseados. Los tostadores o desecadores pueden ser de diferentes tipos, los más usados son los horizontales en los que la malta se introduce en parrillas horizontales, estas están dispuestas en pisos de hasta 3. El calentamiento de la malta puede realizarse directamente con los gases de combustión o indirectamente con aire caliente, también existen tostaderos verticales en los que la malta se dispone en capas verticales de aproximadamente 20 centímetros por las que pasa aire caliente y ocupan menos espacio; en los tostaderos se priva a la malta del crecimiento de sus raíces que pueden brindar mal sabor al producto, luego del proceso de secado o tostado esta malta se deja enfriar y se almacena. (García Olmedo, 2016)

Figura 13*Tostadero vertical de tres pisos*

Fuente: (Kunze, 2006)

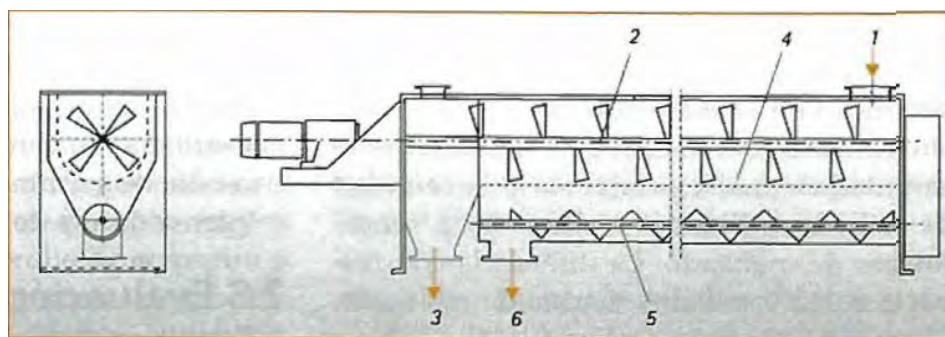
Durante el tostado se calienta la malta verde hasta llegar a la temperatura de curado y esta se mantiene durante 3 a 5 horas, el proceso de calentamiento se debe hacer de manera cuidadosa debido a que, si se reduce demasiado el contenido de agua, el almidón se engruda y forma una malta vítrea, además, puede darse la formación de productos de degradación durante el proceso, es debido a estos factores que el tostado depende del tipo de malta que se desea obtener, se presentan algunas condiciones básicas para la obtención de maltas en la tabla 1.

Tabla 1*Condiciones básicas para fabricación de malta*

Condición	Tipo de malta	
	Malta pálida (tipo Pilsner)	Malta oscura (tipo Munich)
Contenido de proteínas en cebada	8.5-11%	11-13%
Grado de remojo	42-44%	44-47%
Temperatura máxima de germinación	17-18°C	22-25°C
Modificación	poca	Abundante
Pre-secado en bandeja superior	Secado rápido por aspiración fuerte del ventilador	Fuerte actividad enzimática, formación de sustancias de degradación
Temperatura de curado, bandeja interior	80-85%	105-110°C
Formación de melanoidina	Muy poca	Abundante

Fuente: (Kunze, 2006)

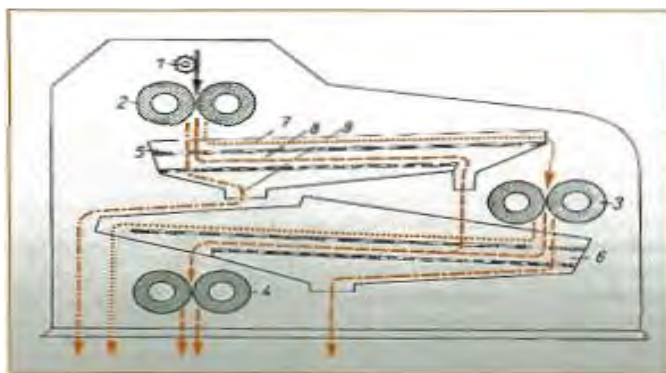
La descarga del tostadero después de realizado el tostado de la malta se hace de manera inmediata, la malta tostada es empujada afuera con una pala mecánica o con una bandeja volcable, para que posteriormente la malta sea enfriada por soplado de aire fresco hasta llegar una temperatura de 35°C y almacenada. La semilla curada aun contiene raicillas que pueden llegar a alterar la calidad del producto, por lo que la malta se debe desgerminar en una maquina desgerminadora o por un tornillo desgerminador sin fin en el que los granos son presionados contra un cilindro tamizante y las raicillas adheridas son separadas por quiebre (Kunze, 2006)

Figura 14*Tornillo sinfín desgerminador de malta*

Fuente: (Kunze, 2006)

Molturación o Molienda. El objetivo de este proceso es reducir el tamaño de los granos para las partículas que se producen puedan ser atacadas de mejor manera por las enzimas de las cubas de maceración, se deben cumplir requisitos como: no deben quedar granos sin moler, el almidón almacenado en el grano debe quedar libre de cascarilla y se debe homogenizar el tamaño del endospermo (Verdú Gisbert, 2016)

Con la molturación las enzimas tienen la posibilidad de llegar a todos los componentes de la malta para poder degradarlos, para ello la malta se tritura tras haber pasado por una etapa de adecuación por humedecimiento ya que las cascaras que actúan como material filtrante para el mosto y este se filtra se manera más rápida; una malta que ha pasado por un correcto proceso de adecuación no ofrece mucha resistencia al rodillo de molturación durante la molienda, los equipos más usados durante la molturación son los molinos trituradores en seco y el equipo más recomendado son los molinos de seis rodillos, en este la harina es derivada directamente hacia la tolva de molienda, las cascaras son molturadas en el segundo par de rodillos, en el tercer par de rodillo s se tritura la sémola necesarias para potenciar la actividad de las enzimas.

Figura 15*Molino de seis rodillos*

Fuente: (Kunze, 2006)

El acondicionamiento de la malta se realiza mediante humectación, resultando la cascara más elástica con el objetivo de proteger a la malta antes de la trituración, la humectación se realiza con vapor saturado o agua a 35°C un par de minutos previo a la molienda, la humedad incrementa el contenido de agua en la cascara en un valor aproximado a 2.5% mientras que en el grano llega a 0.5%. El control de la molienda es un aspecto esencial y se puede realizar tanto para molienda seca o húmeda; para la molienda seca se puede seguir un método establecido, pero para la molienda húmeda solo se puede realizar con un control de calidad manual. Para la toma de muestras se cuentan con muestreadores que se encuentran debajo de cada rodillo y en cada molino hay un dispositivo de toma de muestra de molienda, para la evaluación se extraen aproximadamente 200g de molienda y se hace pasar por tamices:

Tabla 2*Clasificación para tamizaje*

N.º de tamiz	Fracción	Diámetro de alambre (mm)	Abertura libre de malla (mm)
1	Cáscaras	0.31	1.27
2	Molienda gruesa	0.26	1.01
3	Molienda fina I	0.15	0.547
4	Molienda fina II	0.07	0.253
5	Harina	0.04	0.152
Fondo de tamiz	Harina fina	-	-

Fuente: (Kunze, 2006)

Para una buena molienda se debe seguir la clasificación que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3*Clasificación para molienda*

N.º de tamiz	Molienda para cuba de filtración de mosto	Molienda para filtro de templa convencional	
Tamiz 1	18%	11%	1%
Tamiz 2	8%	4%	2%
Tamiz 3	35%	16%	15%
Tamiz 4	21%	43%	29%
Tamiz 5	7%	10%	24%
Fondo de tamiz	11%	16%	29%

Fuente: (Kunze, 2006)

Para lograr una composición óptima de molienda se debe molturar:

Tabla 4*Condiciones de molturación*

Molturar Fino	Molturar grueso
Maltas con elevado contenido de agua	Maltas con muy bajo contenido de agua
Maltas pobremente modificadas	Maltas bien modificadas
En procesos de maceración poco intensivos	En procesos de maceración intensivos
Cuando el rendimiento de la sala de cocción es pobre	Cuando los tiempos de prolongación son prolongados

Fuente: (Kunze, 2006)

La calidad de la molienda tiene efectos directos en el proceso de maceración y el tiempo de sacarificación, la filtración de mosto, el rendimiento de la sala de cocción, la fermentación, la filtración de la cerveza, el color y sabor del producto.

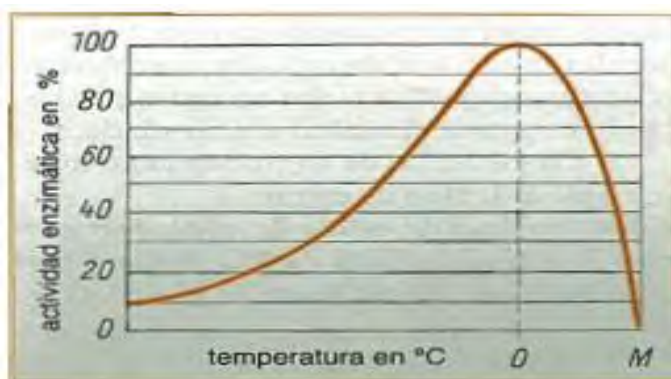
Maceración. La maceración es la cocción del grano en agua, en esta etapa se logra la conversión de los compuestos de la malta en un sustrato que tiene azúcares fermentables, aminoácidos, péptidos, vitaminas, minerales y ácidos nucleicos, además de otras sustancias que se solubilizan y sirven de nutrientes para las levaduras, además se brinda a la cerveza la estabilidad en la espuma (Monge Flores, 2016)

La maceración es un proceso fundamental para la fabricación del mosto, en este se mezcla la molienda y el agua, la malta y sus componentes entran en solución experimentando una serie de cambios con la ayuda de las enzimas, formándose el extracto que reúne a los azúcares, las dextrinas, las sustancias minerales y algunas albuminoideas, además, se encuentran los insolubles que son el almidón, la celulosa, sustancias albuminoideas de alto peso molecular y otros compuestos. Para economizar y evitar pérdidas se intenta solubilizar la mayor

parte de los compuestos insolubles y así incrementar la cantidad de extracto; sin embargo, no solo la cantidad es importante ya que la calidad del extracto es imprescindible ya que algunos compuestos como los taninos de las cascarras pueden ser indeseadas, es debido a ello que el propósito de la maceración es degradar la mayor cantidad de almidón para la obtención de azúcares y dextrinas solubles. Las enzimas actúan disociando a los substratos y esta influenciada por la temperatura ya que, con el incremento de esta, la actividad enzimática incrementa y alcanza un punto óptimo, al pasar este punto óptimo se observa la inactivación enzimática debido a la desnaturalización de las enzimas (Kunze, 2006)

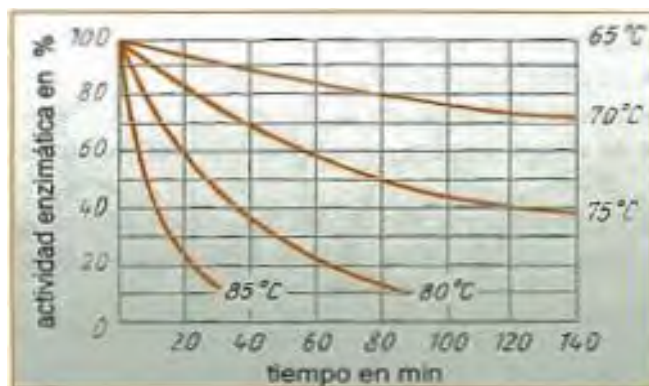
Figura 16

Temperatura vs actividad enzimática



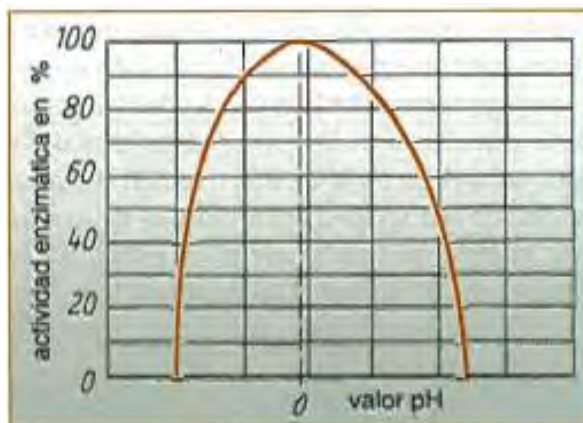
Fuente: (Kunze, 2006)

La actividad enzimática a una determinada temperatura no varía y no es modificable y a bajas temperaturas la actividad enzimática disminuye rápidamente con el tiempo.

Figura 17*Tiempo vs actividad enzimática*

Fuente: (Kunze, 2006)

La actividad enzimática también se ve afectada por el valor del pH, esta alcanza un punto óptimo a un determinado valor de pH y a mayores o menores valores de este la actividad enzimática disminuye.

Figura 18*pH vs Actividad enzimática*

Fuente: (Kunze, 2006)

El proceso de maceración consiste en mezclar la malta con agua caliente a una determinada temperatura y a un tiempo determinado, para que las enzimas experimenten la conversión del almidón en azúcares, en esta etapa están involucradas dos grupos de enzimas: Las

proteasas degradan las proteínas en componentes proteicos de bajo peso molecular que ayudan al desarrollo de las levaduras y la estabilización de la espuma, las amilasas que degradan el almidón en maltosa y dextrinas, están en forma de alfa-amilasa y beta-amilasa y la primera se denomina dextrinógena debido a que genera dextrinas con producción baja de maltosa, la beta-amilasa es responsable de la sacarificación, las cuales se transformarían en alcohol etílico y dióxido de carbono durante la fermentación. Conforme a Merelo Espinar & Zuñiga Tapia, (2013), se presentan condiciones óptimas de las enzimas para su actividad en la tabla 5.

Tabla 5

Condiciones de temperatura y pH para actividad de enzimas

Enzima	Rango óptimo de temperatura	Rango óptimo de pH	Función
Fitasa	30-52°C	4.4-5.5	Reducción de pH
Beta Glucanasa	37-45°C	4.5-5.0	Modificación de betaglucanos
Peptidasa	45-57°C	4.6-5.2	Producción de Nitrógeno libre de aminoácidos
Proteasa	45-57°C	4.6-5.2	Desintegración de proteínas
Beta amilasa	54-66°C	5.0-5.6	Producción de azúcares fermentables
Alfa amilasa	68-75°C	5.3-5.8	Producción de azúcares no fermentables

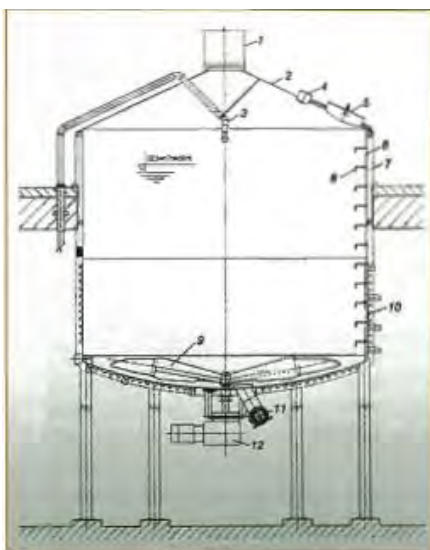
Fuente: (Merelo Espinar & Zuñiga Tapia, 2013)

Los recipientes de maceración son pailas pequeñas que tienen incorporadas un agitador de velocidad adecuada al diámetro de la paila que no excede los 2m/s, además las pailas tienen sistemas de calefacción usualmente alimentados por vapor y el calentamiento puede darse por medio de tubos semicirculares o por medio de inyección directa en cubas de maceración, los que presentan ventajas como que ya no se requieren camisas de vapor o tubos calefactores o como

que el vapor entrega su calor de evaporación directamente sin pérdidas y se evita la formación de condensados (Kunze, 2006)

Figura 19

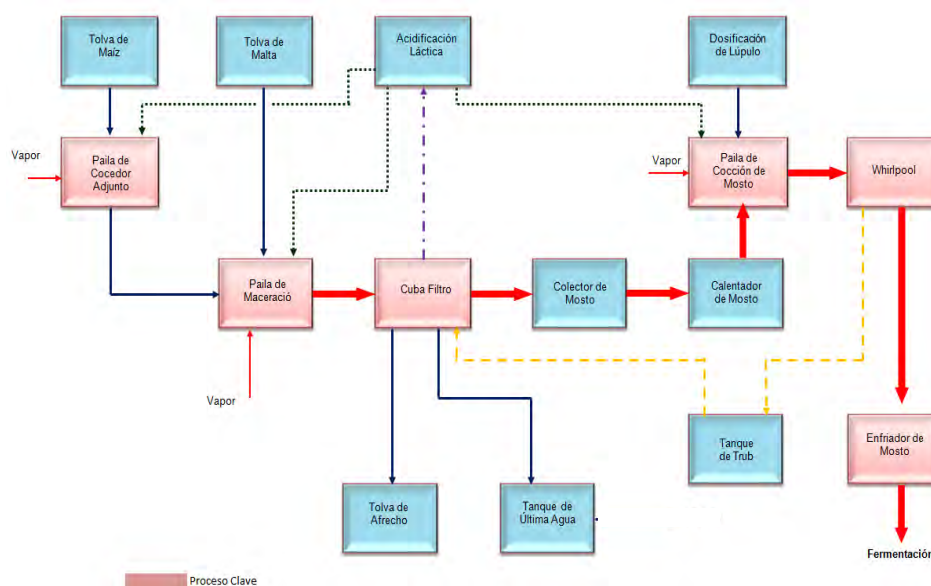
Cuba de maceración calentable



Fuente: (Kunze, 2006)

Figura 20

Diagrama de bloques para producción de mosto



Fuente: (Kunze, 2006)

Se presenta en la figura anterior el diagrama de bloques de la producción de mosto, el cual inicia con la maceración de la malta y concluye con el enfriamiento del mosto y su paso al proceso de fermentación.

Cocción. La finalidad de esta etapa consta en estabilizar enzimáticamente y microbiológicamente el mosto y lograr la coagulación de proteínas. La destrucción de las enzimas es realizada por evitar que las dextrinas se sigan desdoblado a lo largo de la fermentación. La coagulación de las proteínas influye directamente en la fermentación, pues si no se hace correctamente se provoca turbiedad en la cerveza embotellada (Espejo Tumiri, 2014)

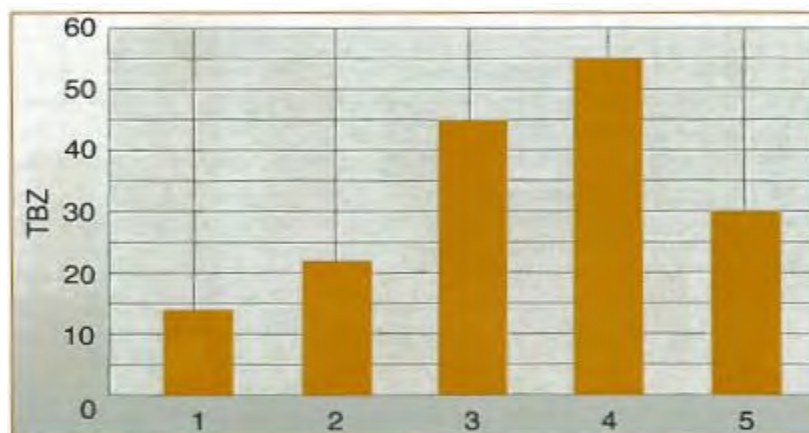
La ebullición permite la extracción e isomerización de los componentes del lúpulo que le brindan aroma y sabor peculiar a la cerveza y este efecto se debe a las reacciones de Maillard, las enzimas son desnaturalizadas y se detiene su acción sobre las proteínas y carbohidratos del mosto (Monge Flores, 2016)

Las resinas de lúpulo son los componentes principales y más importantes del lúpulo y los que otorgan el sabor amargo, la isomerización de los alfa- ácidos no es completa, solo un tercio de ellos se encuentran isomerizados en el mosto cocido, el compuesto liberado durante la cocción de la cerveza se llama isohumulona y es la que le brinda al producto el amargor, la producción de esta depende de: la naturaleza de isohumulona, la duración de la cocción, el valor del pH, la concentración de la humulona, la precipitación de isohumulonas, la intensificación de las isomerización y el grado de trituración del lúpulo, la esencia del lúpulo es volátil durante la cocción del mosto, es este el que brinda olor fuerte y agradable a la cerveza y es debido a esto que un gran interés de la industria es retenerlo de mejor manera y si no se logra, se añaden lúpulos de mejor aroma o lúpulos aromáticos 15 minutos antes del bombeo del mosto caliente. Es debido a la cocción que se forman variedad de productos Maillard y aldehídos de Strecker, se

oxidan los taninos y se incrementa la carga térmica del mosto y este oscurece progresivamente; la carga térmica se expresa de acuerdo al coeficiente de ácido tiobarbitúrico (TBZ) y este incrementa durante la cocción (Kunze, 2006)

Figura 21

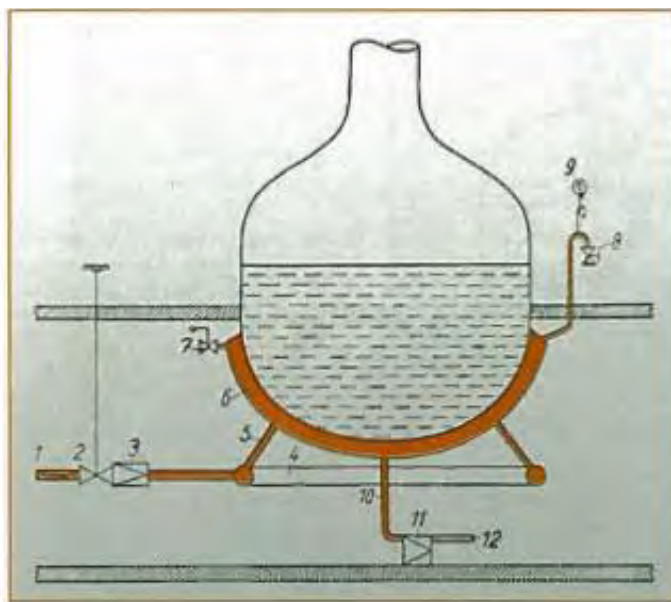
Variación del coeficiente de ácido tiobarbitúrico (TBZ)



Fuente: Kunze, 2006

El TBZ es al mismo tiempo un indicador de estabilidad del sabor de la cerveza, es por ello que la cocción no debe llevarse durante mucho tiempo e intensivamente y para lograrlo se minimiza la carga térmica.

El mosto se cuece de forma intensiva durante 60 a 70 minutos y es debido a ello que el equipo tiene un dispositivo de calentamiento muy fuerte, se usan frecuentemente fuentes de calentamiento como carbón o combustible, vapor o agua caliente y actualmente se usa con más frecuencia el vapor, dentro de una paila de cocción se producen temperaturas mayores a 100°, debido a la altura del mosto, esto significa que las temperaturas mayores se encuentran en el fondo de la paila, el vapor ingresa a una presión de 2 a 3 bar en la camisa de vapor que cubre el fondo de la paila, una presión y temperatura elevadas son un problema, debido a que existe el riesgo de que se puedan quemar las partículas en el fondo (Kunze, 2006)

Figura 22*Paila de cocción por vapor con fondo doble*

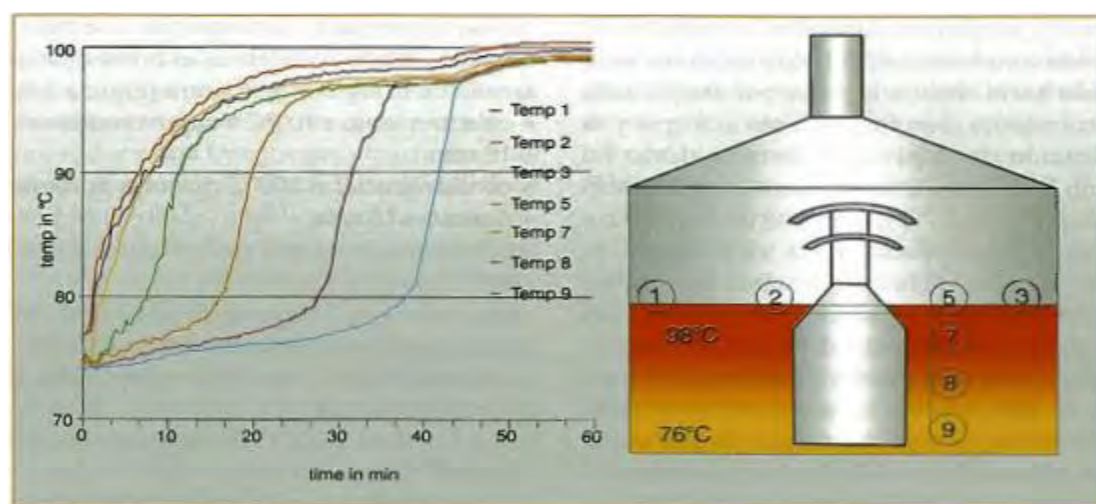
Fuente: (Kunze, 2006)

La camisa de vapor del equipo se encuentra aislada por el exterior para evitar pérdidas de calor en lo posible, antes de la cocción se debe purgar el equipo con vapor el aire que se encuentra al interior de la camisa.

Las pailas de mosto modernas tienen incorporados coccionadores internos que es un intercambiador de calor acoplado en la paila, el mosto sube a través de los tubos dispuestos verticalmente y los tubos son calentados externamente por vapor, el vapor introducido por la parte superior se condensa y es evacuado. La temperatura del mosto se incrementa durante la cocción hasta 102°C, el mosto ingresa por la parte inferior de los tubos de calentamiento del coccionador con una temperatura menor de 100°C y es calentado a medida que asciende (Kunze, 2006)

Figura 23

Variación de temperatura en paila de cocción interna

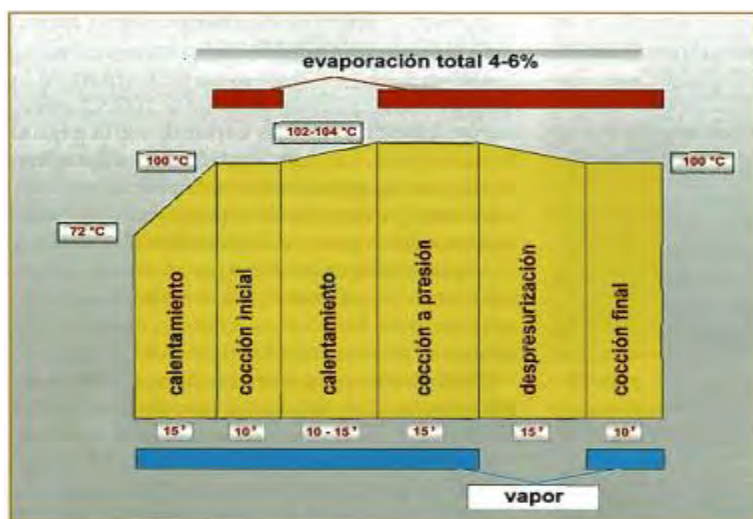


Fuente: (Kunze, 2006)

La cocción usual a baja presión tiene un tiempo de duración de aproximadamente de 50 minutos o menor; el proceso de cocción se lleva clásicamente con un calentamiento a 100°C durante 15 minutos, cocción inicial de 100°C durante 10 minutos, calentamiento a temperatura de 102°C por 15 minutos, una cocción a 104°C durante 30 minutos y cocción final a 100°C durante aproximadamente 10 minutos (Kunze, 2006)

Figura 24

Duración usual de cocción a baja presión



Fuente: (Kunze, 2006)

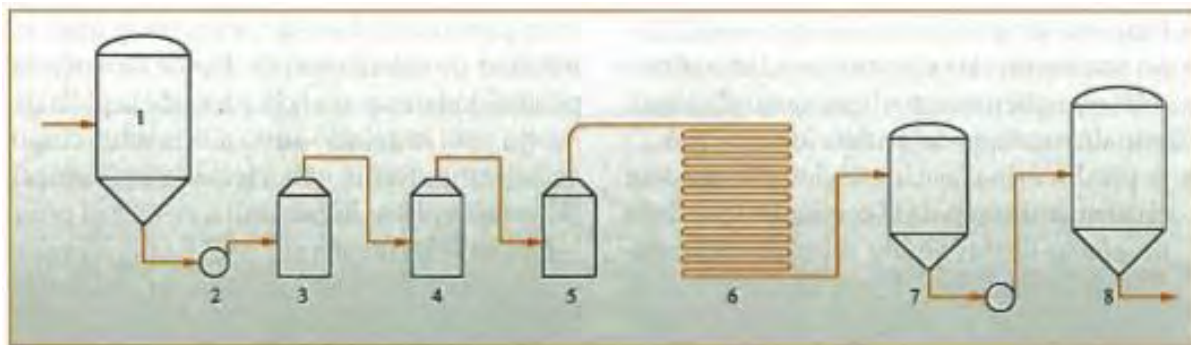
El motivo principal de llevar a cabo la cocción a elevadas temperaturas se debe a que muchas reacciones enzimáticas ocurren a tales condiciones, un ejemplo claro es la isomerización completa es el alfa- ácido del lúpulo que ocurre a 100°C con 9 minutos de tiempo de cocción, 120°C con 8 minutos de mantenimiento de alta temperatura, 130°C con 5 minutos de tiempo de mantenimiento de alta temperatura, 140°C con 3 minutos de alta temperatura y 150°C con 1 minuto de alta temperatura; en este tipo de cocción se receptiona el mosto en un recipiente colector y se le adiciona el lúpulo y este se lleva mediante una bomba a una presión de 6 bar hacia los intercambiadores de calor que operan a 95°C, 115°C, 140°C respectivamente y posteriormente se lleva a un serpentín de mantenimiento de temperatura y se mantiene dicha temperatura por 5 minutos a una sobrepresión de 6 bar. El mosto posteriormente se conduce a un evaporador, en el cual el mosto se despresuriza a una presión de 1 bar para ser conducido a una segunda etapa de despresurización a presión normal y 100°C.

Las ventajas de este tipo de cocción la reducción de la oxidación y obtención de un mosto

más claro y las desventajas son: la baja evaporación de sustancias volátiles y que el método no está del todo establecido como un método usual de uso en la industria (Kunze, 2006)

Figura 25

Proceso de cocción de mosto a alta temperatura



Fuente: (Kunze, 2006)

Fermentación y Maduración. Este es el proceso en el que los azúcares contenidos en el mosto son convertidos en etanol y dióxido de carbono gracias a la acción de la levadura, este proceso es continuo pero se puede considerar por dos etapas como fermentación principal y maduración; durante el metabolismo de la levadura se da a lugar la formación de compuesto que junto a los componentes del lúpulo le brindan sabor y olor a la cerveza, es por ello que es necesario conocer cómo se forman estos componentes y como se degradan. La levadura es un conjunto de células individuales de levadura que tienen un fin específico, por lo que es necesario tener en cuenta el manejo de factores que regulen el trabajo de la levadura (Kunze, 2006)

la evaluación de la cinética del proceso fermentativo es una forma de control que toma al efecto térmico que es evaluado constantemente y usado para fines de modelamiento de métodos de aproximación en el control del proceso, como los algoritmos Quasi-Newton y Levenberg Marquadt, aunque también es posible el uso de métodos no lineales para la evaluación de la tasa de producción de etanol y consumo de azúcares reductores, como las ecuaciones que se muestran en la siguiente tabla (Granada Diaz & Salamanca Grosó, 2020)

Tabla 6*Ecuaciones asociadas a la producción de cerveza*

Expresiones dinámicas	Variables de estado
$\frac{d[X_A]}{dt} = [X_A] \cdot (\mu_x - \mu_{DT}) + \mu_L \cdot [X_L]$	Células activas
$\frac{d[X_L]}{dt} = \mu_L \cdot [X_L]$	Células latentes
$\frac{d[X_D]}{dt} = -\mu_{SD}[X_D] + \mu_{DT} \cdot [X_A]$	Células muertas
$\frac{d[S]}{dt} = -\mu_S \cdot [X_A]$	Sustrato fermentable
$\frac{d[EtOH]}{dt} = f \cdot \mu_e \cdot [X_A]$	Concentración de etanol
$\frac{d[DY]}{dt} = \mu_{DY} \cdot [S] \cdot [X_A] - \mu_{AB} \cdot [DY] \cdot [EtOH]$	Concentración de diacetilo
$\frac{d[EA]}{dt} = Y_{EA} \cdot \mu_X \cdot [X_A]$	Concentración de acetato de etilo

Fuente: Granada Diaz & Salamanca Groso, 2020

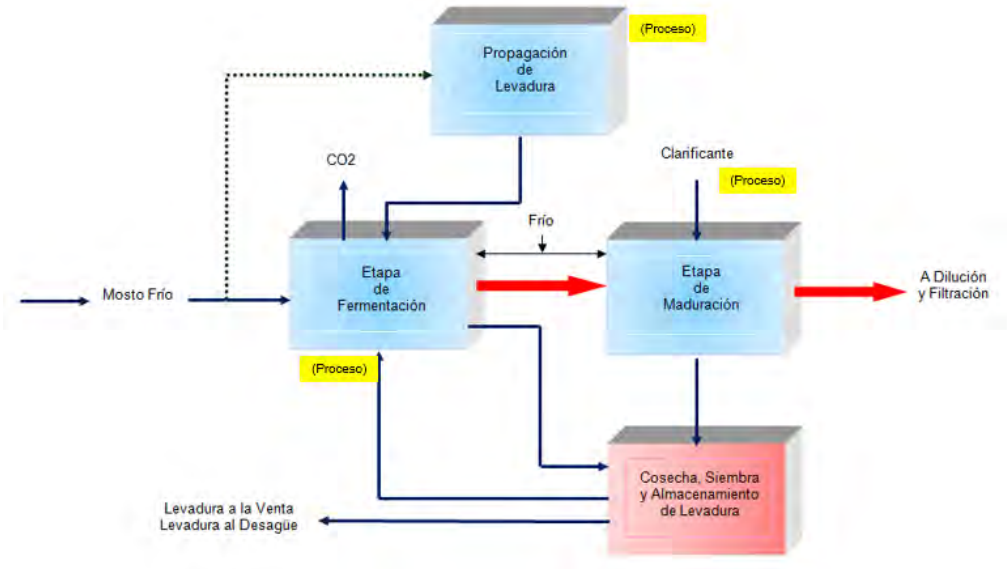
También se asocian ecuaciones auxiliares del proceso de fermentación sobre la velocidad de cambio de biomasa con evolución de sustrato.

Tabla 7
Ecuaciones auxiliares

Expresiones	Observaciones
$\mu_x = \frac{\mu_{xO} \cdot [S]}{k_x + [EtOH]}$	Tasa específica de crecimiento de las células activas
$\mu_{SD} = \frac{0.5 \cdot \mu_{USO} \cdot [S]_o}{0.5 \cdot [S]_o + [EtOH]}$	Tasa de sedimentación de células muertas
$\mu_s = \frac{\mu_{xO} \cdot [S]}{k_s + [S]}$	Tasa específica de consumo de sustrato
$\mu_e = \frac{\mu_{eO} \cdot [S]}{k_e + [S]}$	Tasa de producción de etanol
$f = 1 - \frac{[EtOH]}{0.5 \cdot [S]_o}$	Factor de inhibición para producción de etanol

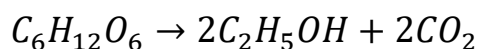
Fuente: (Granada Diaz & Salamanca Groso, 2020)

Figura 26
Proceso fermentativo de mosto



Fuente: (Backus, 2024)

La fermentación alcohólica se lleva a cabo en un inicio por la degradación de glucosa que llega a convertirse en piruvato gracias a una serie de reacciones metabólicas que concluyen con convertir al piruvato en etanol y CO₂. La glicolisis es aquel proceso en el cual la glucosa es combinada con fosforo, proveniente en una molécula de adenosín trifosfato, convirtiendo a la glucosa en glucosa 6-fosfato que posteriormente se transforma en fructuosa 6- fosfato, con la intervención de una isomerasa, la que será convertida en fructuosa 1,6- bifosfato gracias a la molécula de ATP y a la fosfofructuquinasa, a continuación ocurre la disociación en dos isómeros triosa- fosfato que son el glicerol y el gliceron- 3-fosfato, este último se reduce a dos moléculas de 1,3- bifosfoglicerato que es ligado a un ión de hidrogeno provisto por el NAD, posteriormente ocurre una doble bifosforilación a dos moléculas de fosfoglicerato, luego el fosforo es añadido nuevamente al ADP que se convierte en ATP y se puede volver a usarse nuevamente en el ciclo, producto de la perdida de la molécula de fosforo resultan moléculas de 3-fosfoglicerato , las cuales por acción de una enzima mutasa son convertidos en 2-fosfoglicerato que posteriormente por la acción de una enzima hidratasa este se convierte en fosfoenolpiruvato y las dos moléculas finalmente por la acción de una quinasa se convierten en dos moléculas de piruvato, como resultado del proceso la energía liberada global asciende a 2x30.5 KJ del total que se requiere para el proceso de glicolisis; el piruvato sigue su proceso de conversión durante la fermentación alcohólica llegando a convertirse en etanal y CO₂, para que posteriormente el etanal sea convertido en etanol. En ausencia de oxígeno, la levadura tiene la capacidad de fermentar al piruvato, sin embargo, se detiene la conversión en presencia de oxígeno, efecto denominado “efecto Pasteur”, en resumen, la fermentación alcohólica se define con la ecuación de Gay- Lussac (Kunze, 2006)



$$\Delta G = -230kJ$$

El grado de fermentación es un indicador del porcentaje de conversión de mosto a producto fermentado y el cálculo del grado de fermentación se estima con la siguiente ecuación.

$$V = \frac{\text{Contenido de extracto formado} * 100\%}{\text{Contenido de extracto de mosto al inicio de fermentación}}$$

Objetivos

Objetivo general

- Implementar y evaluar el sistema de control analítico de laboratorio en cervecería.

Objetivos específicos

- Implementar el sistema de producción, envasado y distribución de lote de cerveza de referencia.
- Generar registros de control de análisis de las mediciones para las estaciones de trabajo.
- Realizar el análisis estadístico de la cerveza de referencia identificando los límites permisibles de dispersión analítica.
- Evaluar estadísticamente los resultados del sistema de calidad en la fuente en las estaciones de trabajo operativas y el laboratorio central con la cerveza de referencia.
- Implementar un sistema de aseguramiento de la calidad en la fuente mediante la aplicación de DTO's y SOP's.

Trayectoria personal

Resumen cronológico y desarrollo personal

Abril 2018 - ASISTENTE EN ENTRENAMIENTOS EN BACKUS

septiembre 2019 CERVECERÍA CUSCO – PERÚ

- Desarrollo del proceso de multi habilidad con todo el personal operativo.
- Desarrollo del personal en calidad en la fuente, autonomía, solución de problemas.
- Gestión del cumplimiento del Plan Anual de Capacitaciones legales.
- Control del presupuesto de Dirección

Octubre 2019 - ASISTENTE SAP EN ELABORACIÓN EN BACKUS

diciembre 2020 CERVECERÍA CUSCO – PERÚ

- Control del proceso de producción de cerveza en SAP
- Control y Optimización de mermas del producto e insumos en las diferentes etapas de producción.
- Planificación de recetas por SKU.
- Garantizar el abastecimiento y calidad de las materias primas e insumos para cada SKU según recetas.
- Planificación y control del presupuesto de variables.
- Seguimiento y cálculo de los KPIs de elaboración.
- Empoderamiento del personal operativo en solución de problemas, mediante análisis de causa raíz.

- Control de Subproductos.
- Optimización de uso de estabilizante en la cerveza, generando ahorros en el proceso productivo.

Enero 2021 - junio 2022 **ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD EN BACKUS CERVECERÍA MOTUPE**

- Análisis y control de la excelencia en calidad del producto en proceso y terminado, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.
- Desarrollo e implementación de calidad en la fuente.
- Análisis estadístico de resultados para garantizar la identificación oportuna de desviaciones y confiabilidad de resultados.
- Desarrollo de políticas de seguridad en laboratorios.
- Auditor BRC, para garantizar la certificación internacional en inocuidad alimentaria.
- Implementación del sistema de gestión de calidad en la cervecería.
- Gestión y control de KPIs de calidad que aseguren un producto confiable en el mercado, logrando 0 reclamos del consumidor.

Junio 2022 - noviembre del 2023 **ESPECIALISTA AMBIENTAL CERVECERÍA MOTUPE**

- Implementación del sistema de gestión de control ambiental en la cervecería.

- Control y Optimización del proceso de tratamiento de aguas residuales.
- Gestión y control de KPIs relacionados con sostenibilidad ambiental, por agotamiento de recursos naturales y mitigación de impactos ambientales.
- Gestión y control de disposición de residuos asegurando una economía circular mediante el reaprovechamiento de residuos al 99.7% con aliados estratégicos.
- Gestión de matriz de requisitos legales, garantizando el cumplimiento de normativas ambientales.

Noviembre del

GERENTE DE CALIDAD EN BACKUS

2023 - Actualidad

CERVECERÍA CUSCO – PERÚ

- Garantizar la difusión, implementación y cumplimiento de las Políticas de Calidad.
- Asegurar el cumplimiento de los programas de calidad y programar seguimientos especiales que permitan lograr la mejora continua de nuestros procesos y producto alineado a los estándares de calidad de ABI.
- Monitorear, sustentar y analizar periódicamente resultados de parámetros importantes de calidad a la Alta Gerencia con el fin de evaluar y mejorar la calidad de los procesos.
- Monitorear los programas de limpieza, PRP, HD y Brewery Technology, para garantizar una adecuada inocuidad

alimentaria y el cumplimiento de del Plan HACCP.

- Garantizar los resultados analíticos y asegurar la confiabilidad analítica de las mediciones del laboratorio y estaciones de calidad en la fuente, mediante un control metrológico y un programa de mantenimiento preventivo de los equipos, control de muestras de referencia, capacitación al personal e inter-comparación analítica.
- Evaluar las devoluciones del producto del mercado y reclamo de clientes, a fin de determinar su validez, analizar las causas y proponer las acciones de mejora respectivas a fin evitar la recurrencia del problema y su posterior aparición.

Capítulo II

Marco teórico

Cerveza de referencia

Es un lote de producción homogéneo, procedente de un solo tanque con parámetros fisicoquímicos conocidos, la cual es distribuida a todas las cervecerías del Perú para su caracterización y análisis estadístico para establecer límites permitidos de dispersión en cada operación.

Sistema de control de referencia en cervecería

El sistema de control de referencia en cervecería (BWC) que permite validar la confiabilidad analítica de los resultados obtenidos en la medición de los parámetros fisicoquímicos en las estaciones de calidad de la cervecería.

La validación analítica consiste en la medición de la cerveza de referencia en conjunto con la muestra del proceso, realizando la verificación de que la cerveza de referencia se encuentre dentro de los límites de dispersión establecidos mediante el análisis estadístico realizado previamente e identificando oportunidades de mejora en el proceso analítico en caso de los resultados la cerveza de referencia se encuentre fuera de los rangos establecidos.

Mediante este sistema es posible garantizar la correcta toma de decisiones ante la desviación de un parámetro crítico de control en el proceso productivo (Backus, 2024)

Definiciones

Control. Se define como una muestra con propiedades conocidas, cuyo valor es el promedio estadístico de varias observaciones ya sea en una gráfica, grafica X-R o gráfica de control e histograma. El promedio y los límites de control son conocidos (Backus, 2024)

Muestra de control. Esta es una muestra que permite la verificación de la certeza en la

lectura del instrumento después de su calibración, verificación, ajuste o la validación de los resultados analíticos en las mediciones rutinarias (Backus, 2024).

Cpm (Cpk). Es un índice de la capacidad de proceso para especificaciones conocidas de proceso que usan un subgrupo de datos, por ejemplo, los primeros 25 puntos de datos de BWC (Backus, 2024)

Las ecuaciones 1 a 3 son usadas para el cálculo de este índice de capacidad.

$$CPU = \frac{(USL - \mu)}{3 * \sigma_{Within}} \quad (1)$$

$$CPL = \frac{(\mu - LSL)}{3 * \sigma_{Within}} \quad (2)$$

$$Cpk = \text{Minimum}\{CPU, CPL\} \quad (3)$$

Ppm (Ppk). Es un índice de capacidad de proceso para especificaciones conocidas de proceso, que usan múltiples subgrupos o todos los datos. Por ejemplo, datos de BWC en el año (Backus, 2024)

Las ecuaciones 4 a 6 son usadas para el cálculo de este índice de capacidad.

$$PPU = \frac{(USL - \mu)}{3 * \sigma_{Overall}} \quad (4)$$

$$PPL = \frac{(\mu - LSL)}{3 * \sigma_{Within}} \quad (5)$$

$$Ppk = \text{Minimum}\{PPU, PPL\} \quad (6)$$

Los laboratorios no deben compensar los instrumentos hacia el valor target de la muestra de control (promedio universal) y que, si el promedio universal se genera con un equipo con desviación, el promedio universal tendrá mayor error (Backus, 2024)

Uso regular de la BWC

Antes de utilizar las muestras de referencia, se deben preparar graficas X-R, basándose en

los resultados de las pruebas, usando la media y los límites de control por cada parámetro.

Para cada parámetro individual debe crearse una carta X-R.

Después de la calibración del instrumento, se debe analizar la muestra de cerveza de referencia y registrar el resultado en la tabla de control.

Una vez que se conocen las características de la BWC, el resultado puede compararse directamente con los límites de control y media.

Cuando los resultados de los análisis están dentro de los límites de control, el instrumento puede considerarse como correcto y los resultados de las muestras del proceso serán confiables.

Cuando los resultados de los análisis estén por fuera de los límites de control, debe analizarse una nueva muestra de referencia para confirmar. Si el segundo resultado nuevamente está fuera de los límites, se debe realizar un análisis apropiado de la causa raíz para identificar el problema. Si se determina que la calibración es la causa raíz, debe repetirse la calibración del equipo hasta que el resultado del análisis sea aceptable (Backus, 2024)

El uso de la BWC permite la aplicación de una herramienta simple pero poderosa de control estadístico de proceso para la validación de los resultados analíticos en el laboratorio.

La BWC debe acompañar todas las corridas analíticas rutinarias. Para corridas analíticas cortas menores a 10 muestras puede ser suficiente una BWC a la mitad de la corrida, sin embargo, la mejor practica es usar la BWC al inicio y al final de la corrida. Para corridas más largas, se recomienda correr las muestras de BWC al inicio y al final como mínimo. Se considerada una buena práctica el uso de una BWC por cada 10 muestras de proceso en corridas analíticas largas (Backus, 2024)

Se deben incluir todos los resultados de BWC en la gráfica de control y evaluar el control estadístico del proceso. La presencia de valores de BWC que estén fuera de los límites superior o

inferior indica que los resultados analíticos de las muestras de proceso que fueron analizados en la misma corrida pueden ser cuestionados (Backus, 2024)

El uso de un software estadístico como Minitab permite la documentación y evaluación de los datos de control analítico (BWC). Alternativamente, se puede desarrollar una gráfica simple de control en el programa Excel para el control grafico manual (Backus, 2024)

Según se requiera, el área de Calidad de la Zona puede solicitar una comparación cruzada de respuestas analíticas entre varias plantas participantes. Estas comparaciones permiten la evaluación de la precisión y exactitud analítica entre los laboratorios de plantas y retroalimentarles para acciones correctivas (Backus, 2024).

Capítulo III

Metodología

Responsabilidades

- Responsable: Gerente de Calidad de Planta y B&Q de la Zona.
- Ejecutor: Gerente de Calidad de Planta
- Consultor: Gerente de Calidad de Planta y B&Q de la Zona.
- Auditor: Global de Calidad y Producción.

Cada zona desarrollará una RACI que incluya todos los pasos críticos de producción de la BWC.

Procedimientos de Producción, Muestreo y Análisis de la BWC

Seguridad. Se controló y aseguró el uso de EPP'S en el personal de producción y laboratorio.

Aparatos y Equipos. Se usaron envases de vidrio de formato cristal 650 ml, además se seleccionó la línea 1 y llenadora 1, en la que los parámetros proporcionados tuvieron un mejor control de llenado en CO₂ y TPO (Backus, 2024)

Responsabilidades de la Planta

Método de Muestreo para la Planta de Producción de las Muestras de Referencia.

La muestra de referencia se tomó de forma homogénea.

El método de muestreo fue:

- Muestreo después de la salida pasteurizador. Las muestras fueron etiquetadas y codificadas.
- El muestro fue en funcionamiento normal de la llenadora, sin ninguna parada o falla, por 15 minutos antes de iniciar con la colecta de muestras.

- Para incrementar su homogeneidad, Las muestras se tomaron a la mitad del BBT mas no al inicio o al final del BBT.

Se recomienda uso una cerveza tipo Lager que tiene mayor estabilidad. La cerveza fue la más representativa del perfil analítico, se escogió la cerveza con mayor volumen de producción de Perú para que sea significativa para todas las operaciones. Las tapas, bandejas, insumos y demás materiales fueron de la producción regular. Y se empleó el sistema de boqueo de producto no conforme de la cervecería para prevenir la liberación accidental como producto que se pueda vender (Backus, 2024).

Se inició el proceso con la programación en la producción de 186 Hl con el área de envasado y se coordinó con el área de elaboración para la selección de un tanque “puro” de cerveza brillante de la marca ya seleccionada indicando que el tanque no debió tener patrones de llenado anormales o discontinuos, o que cuenten con tiempos de almacenamiento excesivos como los que están mayores a siete días ya que generan estratificación o la no homogeneidad. La cerveza muestra seleccionado vino de un solo BBT (tanque de almacenamiento de cerveza brillante), para evitar temas de no homogeneidad con la mezcla de tanques. (Backus, 2024)

Cantidad de Muestra. La cantidad de muestras fue determinada de acuerdo con:

- El número de muestras de referencia que se necesitan diariamente o de forma semanal para realizar la validación de los instrumentos de laboratorio en todos los parámetros.
- El número de muestras necesarias para la preparación de las gráficas de control.
- No debe ser excesivo ya que se debe tomar en cuenta el envejecimiento y maduración de la cerveza, que en este caso es de 6 meses.

Se calculó la cantidad del lote de BWC según el uso que esperan las plantas del país, considerando la estabilidad analítica del lote bajo condiciones de almacenamiento refrigeradas,

lo cual es menor de 6 meses.

El volumen del BBT a seleccionar debe ser de por lo menos 150% del volumen total requerido por el lote, para permitir que el inicio y final del tanque liberado sea excluido del lote.
(Backus, 2024)

Para determinar el volumen necesario de muestreo se recopiló la necesidad de cada cervecería que pondría en práctica la BWC, se tomó en cuenta:

Cervecería Cusco, requiere 3024 unidades para emplear el control de referencia en 4 estaciones de calidad (cocinas, bodegas, filtro y 1 línea de envasado) en tres turnos rotativos, por 6 meses.

Cervecería Ate, requiere 10080 unidades para emplear el control de referencia en 14 estaciones de calidad (cocinas, bodegas, filtro y 8 líneas de envasado) en tres turnos rotativos, por 6 meses.

Cervecería Arequipa, requiere 5040 unidades para emplear el control de referencia en 8 estaciones de calidad (cocinas, bodegas, filtro y 2 líneas de envasado) en tres turnos rotativos, por 6 meses.

Cervecería San Juan, requiere 5040 unidades para emplear el control de referencia en 8 estaciones de calidad (cocinas, bodegas, filtro y 1 línea de envasado) en tres turnos rotativos, por 6 meses, requiere mayor volumen ya que tiene producción continua.

Cervecería Motupe, requiere 5040 unidades para emplear el control de referencia en 8 estaciones de calidad (cocinas, bodegas, filtro y 2 líneas de envasado) en tres turnos rotativos, por 6 meses.

Teniendo en cuenta la solicitud de cada operación se debe muestrear un total de 28224 UND que equivalente a 184 Hl de cerveza en BBT, considerando a merma de proceso de 1%, se

deberá disponer un volumen de 186 Hl de elaboración.

Producción. En la producción de la BWC se aseguró que solo los tanques seleccionados se liberen a la línea de envasado y se realizó el monitoreo de la estabilidad de la cerveza brillante a través de los equipos en línea para asegurar que no exista desviaciones en el proceso durante su envase. (Backus, 2024)

Luego de 30 minutos de operación continua en la llenadora con el BBT seleccionado, se dejó de alimentar la cerveza al pasteurizador. Las bandejas de acumulación fueron limpiadas. Una vez que el reloj viajero (RV) sale del pasteurizador se debe inició el codificado de las botellas con el respectivo código de inventario de la BWC y la fecha de vencimiento (Backus, 2024)

Se procedió a etiquetar cada pallet con un rótulo de bloqueo para evitar la salida de la paletizadora.

Figura 27

Pallet de Producto Terminado Bloqueado para evitar su salida al mercado



Fuente: Elaboración propia.

Almacenamiento de la muestra y envío. La cerveza de referencia se dejó añejar por 5 semanas o 35 días en el almacén de producto terminado a temperatura ambiente.

Se proporcionó fecha límite para que los laboratorios reciban, almacenen, analicen e inicien el uso de la BWC. Los laboratorios participantes deben tener un tiempo adecuado antes de la implementación para realizar los 25 análisis iniciales del producto en cada parámetro analítico. (Backus, 2024)

Almacenamiento de muestras en planta receptora. Para minimizar los efectos del envejecimiento de la cerveza, las muestras de referencia en la planta receptora deben realizar lo siguiente:

- Inmediatamente después de recibir el BWC en la planta, debe almacenar en frío entre los 2°C a 4°C o 36°F a 40°F., se debe mantener así para minimizar los cambios de su perfil

analítico. Las muestras de trabajo que se usarán para su análisis en el laboratorio deben retirarse del almacenamiento en frío en un tiempo de no más de 24 horas antes de su uso.

- Se debe reemplazar después de un tiempo definido en cada producción, tomando en cuenta el envejecimiento de la cerveza (ejemplo: el color es un buen parámetro para validar el envejecimiento de la muestra de referencia. Cuando la desviación estadística sea 0.5°EBC , la muestra de referencia debe reemplazarse o calcularse un nuevo promedio y rango definido para los parámetros afectados por el tiempo todo ello para seguir utilizando la misma muestra de referencia) (Backus, 2024).

Análisis de las muestras en Cervecería Cusco. Para el cálculo inicial de los límites del control estadístico del proceso (SPC) cada estación laboratorio generó 25 análisis de BWC en cada instrumento analítico, involucrando diferentes operadores y a lo largo de varios días. Estas muestras se analizaron en condiciones de operación normal del laboratorio (Backus, 2024)

La muestra usada para obtener el cálculo inicial de los límites de SPC fueron representativas de las parihuelas de BWC apiladas. Las muestras fueron tomadas de lo alto y medio de las estibas y analizadas en orden aleatorio, en la tabla 8 se muestra el muestreo aleatorio, donde se ve en cada pallet las tomas aleatorias de lo alto (top) y medio (middle). Mientras que en la tabla 9 se ve las posiciones de la muestra y el número de pallets recibidos donde T es la muestra tomada de lo alto y M del medio (Backus, 2024)

#10	Middle	1
-----	--------	---

Fuente: (Backus, 2024)

Tabla 99

Número de pallets recibidos

		Number of pallets received																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Run	orde	Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position		Sample Position	
r																					
1		P1	M	P2	T	P1	T	P1	T	P3	T	P	M	P	M	P	M	P	T	P	T
2		P1	M	P1	T	P3	M	P4	M	P1	T	P	T	P	T	P	M	P	M	P	T
3		P1	M	P2	T	P1	M	P1	M	P1	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
4		P1	M	P2	M	P1	M	P1	M	P2	T	P	M	P	T	P	T	P	T	P	T
5		P1	T	P2	M	P3	T	P4	T	P3	T	P	M	P	T	P	M	P	T	P	T
6		P1	M	P2	M	P2	M	P3	M	P4	T	P	T	P	M	P	M	P	T	P	T
7		P1	T	P1	T	P2	T	P1	T	P3	M	P	M	P	T	P	T	P	M	P	M
8		P1	T	P2	M	P1	M	P1	M	P1	M	P	T	P	M	P	M	P	T	P	M
9		P1	T	P1	M	P2	T	P4	T	P5	T	P	M	P	T	P	T	P	M	P	M
10		P1	T	P2	M	P3	M	P4	M	P5	T	P	T	P	T	P	T	P	M	P	T
11		P1	T	P2	M	P2	T	P4	T	P3	T	P	T	P	T	P	M	P	M	P	M
12		P1	T	P2	T	P2	T	P4	T	P5	T	P	M	P	M	P	T	P	MM	P	M
13		P1	M	P2	T	P3	T	P3	T	P5	M	P	M	P	M	P	M	P	T	P	T
14		P1	T	P1	T	P1	T	P2	T	P5	M	P	T	P	M	P	T	P	M	P	M
15		P1	T	P1	M	P3	T	P3	M	P4	T	P	M	P	M	P	T	P	M	P	T
16		P1	M	P1	T	P3	T	P2	T	P2	T	P	M	P	T	P	T	P	T	P	M
17		P1	T	P1	M	P2	M	P2	M	P2	M	P	T	P	T	P	M	P	T	P	T
18		P1	M	P1	M	P2	T	P2	M	P1	T	P	T	P	T	P	M	P	T	P	M

19	P1	M	P2	T	P1	M	P2	T	P1	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
20	P1	T	P1	T	P3	M	P2	M	P2	M	P	M	P	M	P	T	P	T	P	M
21	P1	M	P1	M	P1	T	P3	T	P2	T	P	M	P	M	P	T	P	T	P	M
22	P1	M	P1	T	P2	T	P3	M	P4	M	P	M	P	M	P	M	P	T	P	M
23	P1	T	P2	M	P1	M	P3	T	P3	M	P	M	P	T	P	T	P	T	P	T
24	P1	M	P1	T	P3	T	P4	M	P4	T	P	T	P	M	P	T	P	M	P	T
25	P1	M	P2	T	P3	T	P1	T	P4	M	P	T	P	M	P	T	P	M	P	M

Fuente: (Backus, 2024)

La muestra se analizó con un método estadístico como la carta X-R o el histograma. Esto se logró con la introducción de las muestras en series regulares de análisis para cada parámetro.

El análisis estadístico de las muestras también mostró la homogeneidad del lote. Si el estadístico mostraba no homogeneidad en el lote, este fue rechazado y reemplazado.

En cuanto se conozcan los promedios y los límites de control, estos se usaron como muestra de referencia (Backus, 2024)

Envío a las Cervecerías

Después de la producción, las muestras de referencia fueron enviadas y usadas en las operaciones determinadas.

Las muestras recibidas en cada cervecería fueron aleatorizadas antes de usar, esto se realizó en cuanto llegaron las muestras. La aleatorización permite minimizar las tendencias debido a la producción de las muestras (Backus, 2024)

Alcance

Este procedimiento se aplicó a todos los instrumentos de laboratorio usados para realizar el análisis de control de cerveza de referencia.

En la tabla 10 se muestran los diversos análisis en los cuales se puede hacer uso de la BWC (Backus, 2024)

Tabla 1010*Análisis respectivos y sus características*

Análisis
Alcohol (Alc)
Extracto Aparente
Extracto Real (RE)
Densidad Relativa (RD)
Extracto Original (OE)
Extracto Límite (LE)
Color - Espectro / Alcolyzer (Col)
Concentración de ión hidronio (pH)
Amino Nitrógeno Libre (FAN)
VDK's (Diac. y Pent.)
Acetaldehído – (AA)
Unidades de amargo – (BU)
Isohumulonas (Iso)
Dióxido de azufre – Total (SO ₂)
Calcio (Ca)
Estabilidad de espuma Nibem (NFS)
Hierro – (Fe)
Sodio – (Na)
Propilenglicol – (PG)
Dimetil sulfuro – (DMS)

Dióxido de carbono (CO₂)

Fuente: Elaboración propia

De los análisis de la tabla 10, el de SO₂ puede requerir actualización constante por la inestabilidad de este en el tiempo.

Recolección de Datos de la Planta

Cusco envió los resultados obtenidos de los 25 análisis para cada parámetro de cada equipo al Especialista de Calidad de la Zona. Después, los especialistas de Soporte Zonal de Calidad reportaron a las demás plantas el promedio de país para cada parámetro, eliminando de esta forma valores atípicos estadísticos usando Minitab ANOM, y así se indicó a las plantas el desarrollo de cartas SPC usando los datos de los 25 análisis iniciales, pero incluyendo la línea de referencia que indica el promedio país. Esta línea de referencia permitió a las plantas monitorear el efecto de los esfuerzos para la mejora continua, dirigido a alinear sus respuestas analíticas al promedio del país. La línea de referencia puede ajustarse si el promedio universal del país es recalculado basándose en una evaluación estadística (Backus, 2024)

Añadiendo a todo esto, si el país no está utilizando análisis de desempeño de proceso (PPA) para gestionar el control de datos de planta, cualquier cambio significativo en la desviación estándar del analito de lo que se usa actualmente requerirá un uso provisional de las desviaciones estándar analíticas de país aceptadas y una investigación para corregir la desviación. Las siguientes especificaciones de la BWC fueron utilizadas para cada parámetro analítico:

La calificación inicial de la BWC involucro el cálculo del promedio o media del proceso, el límite de control mínimo (LCL) y límite de control máximo (UCL).

En la mayoría de los casos, en la BWC utilizo cartas de Rango de Movimiento-Individuales (I&MR). En estos casos el, LCL y UCL se calcularon de la siguiente manera.

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (7)$$

$$LIC = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (8)$$

$$LSC = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (9)$$

$$LIA = \bar{x} - 2 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (10)$$

$$LSA = \bar{x} + 2 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (11)$$

Donde $\overline{MR}$ es la suma de los valores absolutos de los rangos inter - muestras dividido por $n-1$; y $d_2 = 1.128$ cuando se utiliza un rango de movimiento de $n = 2$ observaciones, así mismo, se consideran los valores de LIC y LSC como los límites de control inferior y superior respectivamente, mientras que los valores de LIA y LSA son los límites de alerta.

Tolerancias Analíticas Usadas en la Zona NAZ. Cuando se utiliza PPA (análisis de desempeño del proceso) la siguiente lista establece límites o tolerancias dentro del cual el promedio de la planta está en concordancia con la media del país. En la tabla 11 se muestra el parámetro analítico y con el valor de sus tolerancias que son menores o iguales a 1, algunos parámetros son muy exigibles como el del hierro cuya tolerancia es mínima (Backus, 2024)

Tabla 11*Tolerancias Analíticas del BWC*

Tolerancias Analíticas del BWC	
Parámetro analítico	Tolerancias PPA (+/- al Target)
Alcohol, %v/v	0.027
EA, %w/w	0.05
Color ASBC / EBC	0.1
pH	0.05
IBU	0.4
FAN ppm	5
Diacetilo ppb (Método GC)	1
Acetaldehído ppm (Método GC)	0.5
CO2 %v/v (Agua)	0.08
TPO ppb (Agua)	0.054
Hierro ppm	0.007

Fuente: (Backus, 2024)

El análisis estadístico de los datos de BWC generado, se revisó tras tres meses de implementada la BWC, usando los 25 datos iniciales, después se debe realizar al menos una vez por trimestre con los datos producidos en este periodo.

Para definir el nivel de desempeño, deben utilizarse los siguientes criterios, siguiendo el cálculo y clasificación numérica de los índices de capacidad de proceso (Cpm – incluyendo todos los análisis) para cada parámetro analítico entre las cervecerías participantes:

- Cpm score > al cuartil 75th = nivel de estándar de comparación
- Cpm score entre los cuartiles 25th y 75th = desempeño promedio

- Cpm score < al percentil 25th = debe mejorar.

Generación de Registros de Control de Análisis

La generación de registros tuvo como finalidad la recopilación de datos, estos se muestran en las imágenes 28 a 31.

Figura 28

Registro de análisis iniciales

[illegible]

Figura 29

Registro de análisis en la cerveza de referencia

[illegible]

Figura 30

Gráfico de control de los análisis de la cerveza de referencia

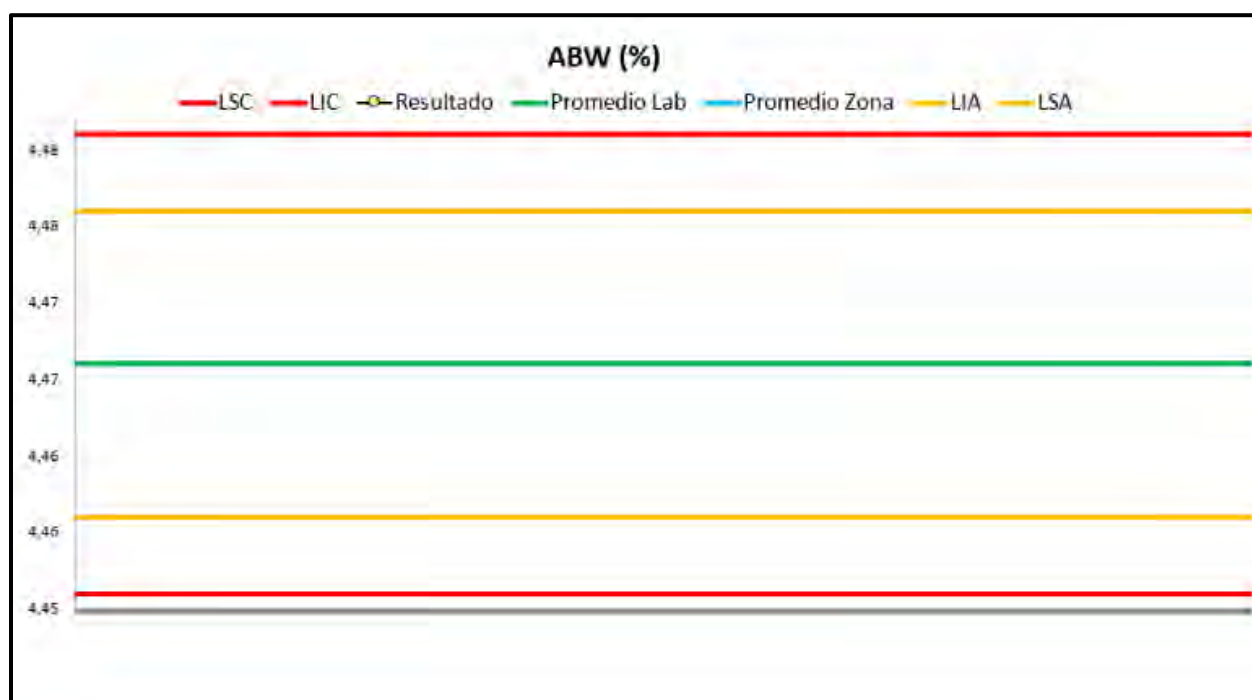
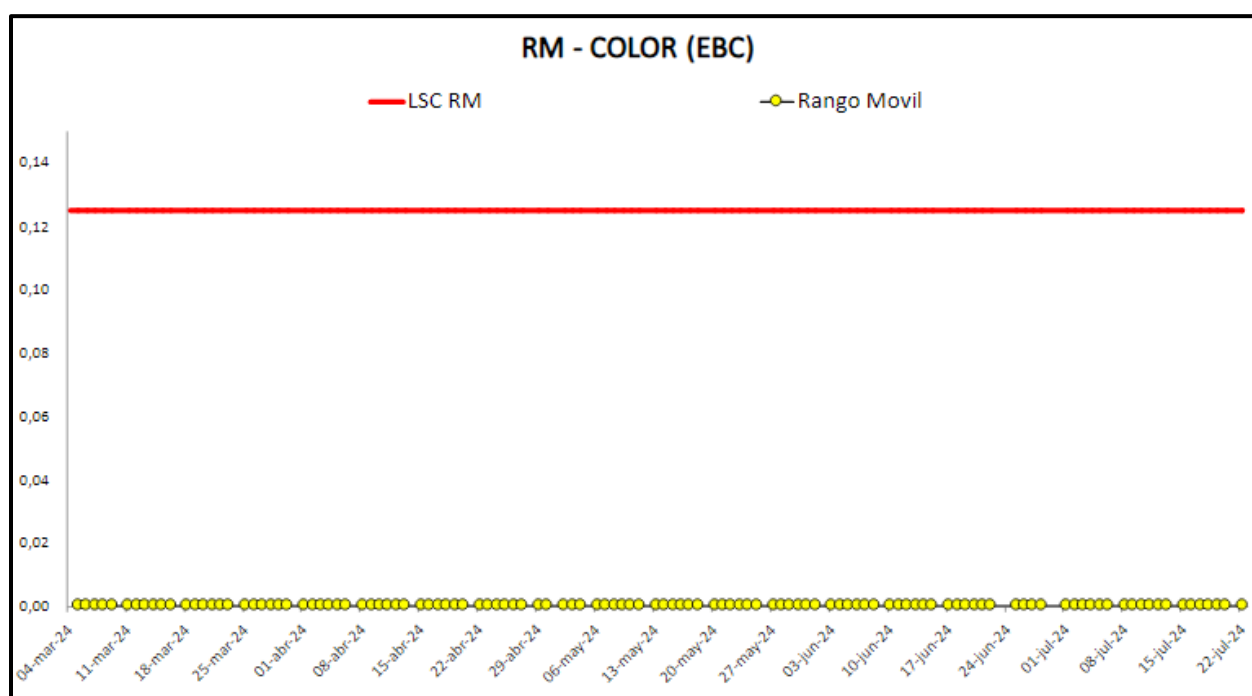
**Figura 31**

Gráfico de rango móvil de las mediciones de la cerveza de referencia



Capítulo IV

Resultados

Recolección de Datos de los Análisis Iniciales

En las figuras 33 a 35 se muestran los 25 análisis iniciales del laboratorio central para cada parámetro recomendado por la zona. De estos análisis iniciales se calculan los límites mediante las ecuaciones 7 a 11. En esta se identifican los límites de alerta y límites máximos de control para cada análisis.

Figura 32

Análisis inicial de cada parámetro de la muestra de referencia en laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Se recalca que cada ETO tiene un registro individual para el apunte de datos medidos de los 25 primeros análisis en dicha estación de trabajo, siendo los más comunes de todos el pH, extractos y color. Dichas plantillas se adjuntan en los anexos.

Figura 33

Plantilla de análisis iniciales para el laboratorio central 1.

Cervecería:		CUSCO		Análisis Iniciales para Gráficos de Control	
BWC No:		V.9		Fecha:	
				5/9/2024	
		Analista	Equipo	Analista	Equipo
1	1.0047365	JLCC	9C3ALC202	10.25	JLCC
2	1.0047468	JLCC	9C3ALC203	10.26	JLCC
3	1.0047566	JLCC	9C3ALC204	10.26	JLCC
4	1.0047664	JLCC	9C3ALC205	10.26	JLCC
5	1.0047566	JLCC	9C3ALC206	10.25	JLCC
6	1.0047566	JLCC	9C3ALC207	10.24	JLCC
7	1.0047664	JLCC	9C3ALC208	10.23	JLCC
8	1.0047664	JTC	9C3ALC209	10.23	JTC
9	1.0047566	JTC	9C3ALC210	10.26	JTC
10	1.0047566	JTC	9C3ALC211	10.26	JTC
11	1.0047566	JTC	9C3ALC212	10.26	JTC
12	1.0047664	JTC	9C3ALC213	10.26	JTC
13	1.0047566	JTC	9C3ALC214	10.26	JTC
14	1.0047566	JTC	9C3ALC215	10.25	JTC
15	1.0047566	JFH	9C3ALC216	10.25	JFH
16	1.0047664	JFH	9C3ALC217	10.24	JFH
17	1.0047566	JFH	9C3ALC218	10.23	JFH
18	1.0047762	JFH	9C3ALC219	10.23	JFH
19	1.0046628	JFH	9C3ALC220	10.22	JFH
20	1.0048363	JFH	9C3ALC221	10.22	JFH
21	1.0048363	JCAR	9C3ALC222	10.21	JCAR
22	1.0047762	JCAR	9C3ALC223	10.22	JCAR
23	1.0047664	JCAR	9C3ALC224	10.26	JCAR
24	1.0047566	JCAR	9C3ALC225	10.25	JCAR
25	1.0047566	JCAR	9C3ALC226	10.26	JCAR
Promedio	1.00477			10.25	
LSL	1.00468			10.27	
USL	1.00475			10.22	
LSA (Nerta)	1.00475			10.25	
LIA (Nerta)	1.00475			10.23	
LSL (Nta)	0.00504			0.00502	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34

Plantilla de análisis iniciales para el laboratorio central 1I.

		Analista	Equipo	Analista	Equipo	Analista	Equipo	Analista	Equipo	Analista	Equipo	Analista	Equipo	Analista	Equipo	Analista	Equipo
1	4.48	JLCC	9C3ALC202	4.61	JLCC	9C3ALC203	4.65	JLCC	9C3ALC204	4.65	JLCC	9C3ALC205	4.61	JLCC	9C3ALC206	4.44	JLCC
2	4.48	JLCC	9C3ALC207	4.6	JLCC	9C3ALC208	4.6	JLCC	9C3ALC209	4.6	JLCC	9C3ALC210	4.48	JLCC	9C3ALC211	4.48	JLCC
3	4.48	JLCC	9C3ALC212	4.6	JLCC	9C3ALC213	4.6	JLCC	9C3ALC214	4.6	JLCC	9C3ALC215	4.48	JLCC	9C3ALC216	4.48	JLCC
4	4.47	JLCC	9C3ALC217	4.61	JLCC	9C3ALC218	4.65	JLCC	9C3ALC219	4.65	JLCC	9C3ALC220	4.48	JLCC	9C3ALC221	4.48	JLCC
5	4.46	JLCC	9C3ALC222	4.59	JLCC	9C3ALC223	4.57	JLCC	9C3ALC224	4.57	JLCC	9C3ALC225	4.48	JLCC	9C3ALC226	4.48	JLCC
6	4.46	JLCC	9C3ALC227	4.63	JLCC	9C3ALC228	4.63	JLCC	9C3ALC229	4.63	JLCC	9C3ALC230	4.48	JLCC	9C3ALC231	4.48	JLCC
7	4.46	JLCC	9C3ALC232	4.63	JLCC	9C3ALC233	4.63	JLCC	9C3ALC234	4.63	JLCC	9C3ALC235	4.48	JLCC	9C3ALC236	4.48	JLCC
8	4.46	JTC	9C3ALC237	4.54	JTC	9C3ALC238	4.57	JTC	9C3ALC239	4.57	JTC	9C3ALC240	4.48	JTC	9C3ALC241	4.48	JTC
9	4.48	JTC	9C3ALC242	4.56	JTC	9C3ALC243	4.56	JTC	9C3ALC244	4.57	JTC	9C3ALC245	4.48	JTC	9C3ALC246	4.48	JTC
10	4.47	JTC	9C3ALC247	4.6	JTC	9C3ALC248	4.65	JTC	9C3ALC249	4.65	JTC	9C3ALC250	4.48	JTC	9C3ALC251	4.48	JTC
11	4.47	JTC	9C3ALC252	4.54	JTC	9C3ALC253	4.62	JTC	9C3ALC254	4.62	JTC	9C3ALC255	4.48	JTC	9C3ALC256	4.48	JTC
12	4.47	JTC	9C3ALC257	4.55	JTC	9C3ALC258	4.59	JTC	9C3ALC259	4.59	JTC	9C3ALC260	4.48	JTC	9C3ALC261	4.48	JTC
13	4.47	JTC	9C3ALC262	4.55	JTC	9C3ALC263	4.62	JTC	9C3ALC264	4.62	JTC	9C3ALC265	4.48	JTC	9C3ALC266	4.48	JTC
14	4.47	JTC	9C3ALC267	4.55	JTC	9C3ALC268	4.59	JTC	9C3ALC269	4.59	JTC	9C3ALC270	4.48	JTC	9C3ALC271	4.48	JTC
15	4.47	JFH	9C3ALC272	4.6	JFH	9C3ALC273	4.6	JFH	9C3ALC274	4.6	JFH	9C3ALC275	4.48	JFH	9C3ALC276	4.48	JFH
16	4.46	JFH	9C3ALC277	4.54	JFH	9C3ALC278	4.6	JFH	9C3ALC279	4.6	JFH	9C3ALC280	4.48	JFH	9C3ALC281	4.48	JFH
17	4.46	JFH	9C3ALC282	4.54	JFH	9C3ALC283	4.6	JFH	9C3ALC284	4.6	JFH	9C3ALC285	4.48	JFH	9C3ALC286	4.48	JFH
18	4.46	JFH	9C3ALC287	4.54	JFH	9C3ALC288	4.6	JFH	9C3ALC289	4.6	JFH	9C3ALC290	4.48	JFH	9C3ALC291	4.48	JFH
19	4.44	JFH	9C3ALC292	4.54	JFH	9C3ALC293	4.6	JFH	9C3ALC294	4.6	JFH	9C3ALC295	4.48	JFH	9C3ALC296	4.48	JFH
20	4.44	JCAR	9C3ALC297	4.54	JCAR	9C3ALC298	4.6	JCAR	9C3ALC299	4.6	JCAR	9C3ALC300	4.48	JCAR	9C3ALC301	4.48	JCAR
21	4.47	JCAR	9C3ALC302	4.61	JCAR	9C3ALC303	4.67	JCAR	9C3ALC304	4.67	JCAR	9C3ALC305	4.48	JCAR	9C3ALC306	4.48	JCAR
22	4.47	JCAR	9C3ALC307	4.61	JCAR	9C3ALC308	4.67	JCAR	9C3ALC309	4.67	JCAR	9C3ALC310	4.48	JCAR	9C3ALC311	4.48	JCAR
23	4.47	JCAR	9C3ALC312	4.61	JCAR	9C3ALC313	4.67	JCAR	9C3ALC314	4.67	JCAR	9C3ALC315	4.48	JCAR	9C3ALC316	4.48	JCAR
24	4.47	JCAR	9C3ALC317	4.61	JCAR	9C3ALC318	4.67	JCAR	9C3ALC319	4.67	JCAR	9C3ALC320	4.48	JCAR	9C3ALC321	4.48	JCAR
25	4.47	JCAR	9C3ALC322	4.61	JCAR	9C3ALC323	4.67	JCAR	9C3ALC324	4.67	JCAR	9C3ALC325	4.48	JCAR	9C3ALC326	4.48	JCAR
Promedio	4.47			4.57			6.7			16.71		4.25		245.04		65.52	
LSL	4.46			4.51			6.99			16.84		3.67		239.97		64.85	
USL	4.48			4.61			6.77			17.23		4.63		254.42		70.1	
LSA (Nerta)	4.46			4.53			6.63			16.2		3.86		235.56		60.94	
LIA (Nerta)	4.46			4.53			6.63			16.2		3.86		235.56		60.94	
LSL (Nta)	0.0176			0.0172			0.1261			0.0169		0.0026		16.7191		8.1623	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35

Plantilla de análisis iniciales para el laboratorio central III.

	Diacetilo (ppb)	Analista	Equipo	Antanodiona (ppb)	Analista	Equipo	Hierro (ppm)	Analista	Equipo
1	8.06	JLCC	9C1CRO201	10.4	JLCC	9C1CRO201	2.55E-02	JLCC	9C1FOT206
2	8.91	JLCC	9C1CRO201	4.57	JLCC	9C1CRO201	1.14E-02	JLCC	9C1FOT206
3	9	JLCC	9C1CRO201	4.38	JLCC	9C1CRO201	2.53E-02	JLCC	9C1FOT206
4	8.91	JLCC	9C1CRO201	4.22	JLCC	9C1CRO201	2.38E-02	JLCC	9C1FOT206
5	11.38	JLCC	9C1CRO201	4.52	JLCC	9C1CRO201	2.65E-02	JLCC	9C1FOT206
6	11.18	JLCC	9C1CRO201	6.45	JLCC	9C1CRO201	1.45E-02	JLCC	9C1FOT206
7	8.68	JLCC	9C1CRO201	4.42	JLCC	9C1CRO201	1.14E-02	JLCC	9C1FOT206
8	8.85	JTC	9C1CRO201	4.49	JTC	9C1CRO201	2.53E-02	JTC	9C1FOT206
9	5.53	JTC	9C1CRO201	4.47	JTC	9C1CRO201	2.38E-02	JTC	9C1FOT206
10	8.44	JTC	9C1CRO201	5.4	JTC	9C1CRO201	2.65E-02	JTC	9C1FOT206
11	8.28	JTC	9C1CRO201	4.4	JTC	9C1CRO201	1.45E-02	JTC	9C1FOT206
12	8.91	JTC	9C1CRO201	4.23	JTC	9C1CRO201	2.38E-02	JTC	9C1FOT206
13	11.38	JTC	9C1CRO201	4.73	JTC	9C1CRO201	2.65E-02	JTC	9C1FOT206
14	11.18	JTC	9C1CRO201	4.44	JTC	9C1CRO201	1.45E-02	JTC	9C1FOT206
15	8.68	JFH	9C1CRO201	4.52	JFH	9C1CRO201	1.14E-02	JFH	9C1FOT206
16	8.85	JFH	9C1CRO201	9.87	JFH	9C1CRO201	2.53E-02	JFH	9C1FOT206
17	11.18	JFH	9C1CRO201	10.57	JFH	9C1CRO201	2.38E-02	JFH	9C1FOT206
18	11.35	JFH	9C1CRO201	9.83	JFH	9C1CRO201	1.14E-02	JFH	9C1FOT206
19	11.43	JFH	9C1CRO201	9.84	JFH	9C1CRO201	2.53E-02	JFH	9C1FOT206
20	11.58	JFH	9C1CRO201	4.38	JFH	9C1CRO201	2.38E-02	JFH	9C1FOT206
21	8.85	JCAR	9C1CRO201	4.22	JCAR	9C1CRO201	2.65E-02	JCAR	9C1FOT206
22	5.53	JCAR	9C1CRO201	4.52	JCAR	9C1CRO201	1.45E-02	JCAR	9C1FOT206
23	11.35	JCAR	9C1CRO201	6.45	JCAR	9C1CRO201	2.38E-02	JCAR	9C1FOT206
24	11.43	JCAR	9C1CRO201	5.7	JCAR	9C1CRO201	2.65E-02	JCAR	9C1FOT206
25	8.06	JCAR	9C1CRO201	5.9	JCAR	9C1CRO201	1.45E-02	JCAR	9C1FOT206
Promedio	9.48			5.88			0.02		
LSC	12.18			9.1			0.04		
LIC	6.78			2.65			0		
LSA (Alerta)	11.28			8.03			0.03		
LIA (Alerta)	7.68			3.73			0.01		
LSC RM	3.2096			3.83098			0.02457		

Fuente: Elaboración propia.

Plantillas para la Recolección de Datos

De la misma forma, se muestran tablas de recolección de datos para cada análisis realizado en el laboratorio central.

Así mismo, cada ETO cuenta con un registro individual para el apunte de datos de la BWC dependiendo al análisis que se realice en dicha estación de trabajo, siendo los más comunes de todos el pH, extractos y color. Dichas plantillas se adjuntan en los anexos.

Las figuras 36 a 46 muestran las tablas de registro de datos para el laboratorio central.

Así mismo se aclara que la frecuencia de cada análisis es variable.

Figura 36*Plantilla de recolección de lecturas de pH.***pH**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
4-Mar-24	7:00:00	4.58	0	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
5-Mar-24	7:00:00	4.56	0.02	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
6-Mar-24	7:00:00	4.59	0.03	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
7-Mar-24	7:00:00	4.55	0.04	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
8-Mar-24	7:00:00	4.56	0.01	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
9-Mar-24	7:00:00	4.57	0.01	JVTC	9C3POT217	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
11-Mar-24	7:00:00	4.58	0.02	JKFH	9C3POT218	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
12-Mar-24	7:00:00	4.6	0.02	JKFH	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
13-Mar-24	7:00:00	4.57	0.03	JKFH	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
14-Mar-24	7:00:00	4.56	0.01	JKFH	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
15-Mar-24	7:00:00	4.59	0.03	JKFH	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
16-Mar-24	7:00:00	4.58	0.01	JKFH	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
18-Mar-24	8:00:00	4.55	0.03	JLCC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
19-Mar-24	8:00:00	4.58	0.03	JLCC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
20-Mar-24	8:00:00	4.57	0.01	JLCC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
21-Mar-24	8:00:00	4.6	0.03	JLCC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
22-Mar-24	8:00:00	4.57	0.03	JLCC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
23-Mar-24	8:00:00	4.56	0.01	JLCC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
25-Mar-24	7:00:00	4.57	0.01	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
26-Mar-24	7:00:00	4.59	0.02	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
27-Mar-24	7:00:00	4.56	0.03	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
28-Mar-24	7:00:00	4.58	0.02	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
29-Mar-24	7:00:00	4.59	0.01	JVTC	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372
30-Mar-24	8:00:00	4.54	0.05	JKFH	9C3POT216	4.51	4.63	4.53	4.61	4.57	0	Ok	0.07372

Fuente: Elaboración propia.

Figura 37*Plantilla de recolección de lecturas de color.***Color (EBC)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
4-Mar-24	7:00:00	6.71	0	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
5-Mar-24	7:00:00	6.7	0.01	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
6-Mar-24	7:00:00	6.72	0.02	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
7-Mar-24	7:00:00	6.66	0.06	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
8-Mar-24	7:00:00	6.7	0.04	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
9-Mar-24	7:00:00	6.7	0	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
11-Mar-24	7:00:00	6.72	0.02	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
12-Mar-24	7:00:00	6.68	0.04	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
13-Mar-24	7:00:00	6.7	0.02	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
14-Mar-24	7:00:00	6.69	0.01	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
15-Mar-24	7:00:00	6.67	0.02	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
16-Mar-24	7:00:00	6.73	0.06	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
18-Mar-24	8:00:00	6.66	0.07	JLCC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
19-Mar-24	8:00:00	6.74	0.08	JLCC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
20-Mar-24	8:00:00	6.7	0.04	JLCC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
21-Mar-24	8:00:00	6.68	0.02	JLCC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
22-Mar-24	8:00:00	6.65	0.03	JLCC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
23-Mar-24	8:00:00	6.73	0.08	JLCC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
25-Mar-24	7:00:00	6.68	0.05	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
26-Mar-24	7:00:00	6.71	0.03	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
27-Mar-24	7:00:00	6.72	0.01	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
28-Mar-24	7:00:00	6.69	0.03	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
29-Mar-24	7:00:00	6.67	0.02	JVTC	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501
30-Mar-24	8:00:00	6.69	0.02	JKFH	9C1FOT206	6.59	6.8	6.63	6.77	6.7	0	Ok	0.12501

Fuente: Elaboración propia.

Figura 38*Plantilla de recolección de lecturas de amargor.***IBU (57)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
4-Mar-24	7:00:00	16.72	0	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
5-Mar-24	7:00:00	17	0.28	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
6-Mar-24	7:00:00	16.8	0.2	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
7-Mar-24	7:00:00	16.6	0.2	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
8-Mar-24	7:00:00	16.9	0.3	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
9-Mar-24	7:00:00	16.8	0.1	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
11-Mar-24	7:00:00	16.6	0.2	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
12-Mar-24	7:00:00	17	0.4	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
13-Mar-24	7:00:00	16.7	0.3	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
14-Mar-24	7:00:00	16.9	0.2	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
15-Mar-24	7:00:00	16.9	0	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
16-Mar-24	7:00:00	16.7	0.2	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
18-Mar-24	8:00:00	16.5	0.2	JLCC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
19-Mar-24	8:00:00	16.5	0	JLCC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
20-Mar-24	8:00:00	16.8	0.3	JLCC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
21-Mar-24	8:00:00	16.7	0.1	JLCC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
22-Mar-24	8:00:00	16.7	0	JLCC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
23-Mar-24	8:00:00	16.51	0.19	JLCC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
25-Mar-24	7:00:00	16.56	0.05	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
26-Mar-24	7:00:00	16.96	0.4	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
27-Mar-24	7:00:00	16.62	0.34	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
28-Mar-24	7:00:00	16.67	0.05	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
29-Mar-24	7:00:00	16.53	0.14	JVTC	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699
30-Mar-24	8:00:00	16.97	0.44	JKFH	9C1FOT206	15.9	17.5	16.2	17.2	16.7	0	Ok	0.91699

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39*Plantilla de recolección de lecturas de polifenoles.***Polifenoles**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
8-Mar-24	11:00:00	86		JVTC	9C1FOT206	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
14-Mar-24	10:30:00	83.2	2.8	JCAR	9C1FOT207	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
22-Mar-24	9:30:00	87	3.8	JLCC	9C1FOT208	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
28-Mar-24	11:00:00	83.5	3.5	JKFH	9C1FOT209	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
06-abr-24	10:30:00	86.4	2.9	JVTC	9C1FOT210	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
11-abr-24	9:30:00	87.5	1.1	JCAR	9C1FOT211	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
18-abr-24	11:00:00	87	0.5	JLCC	9C1FOT212	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
26-abr-24	10:30:00	85	2	JCAR	9C1FOT213	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
4-May-24	9:30:00	88	3	JLCC	9C1FOT214	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513
11-May-24	11:00:00	89	1	JKFH	9C1FOT215	78.96	91.88	81.11	89.73	85.42	0	Ok	7.67513

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40*Plantilla de recolección de lecturas de alfa amino nitrógeno libre.***FAN (ppm)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
8-Mar-24	11:00:00	78		JVTC	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
14-Mar-24	10:30:00	78.3	0.3	JCAR	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
21-Mar-24	9:30:00	76.1	2.2	JLCC	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
29-Mar-24	11:00:00	78.3	2.2	KJFH	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
05-abr-24	10:30:00	77.1	1.2	JVTC	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
11-abr-24	9:30:00	76.8	0.3	JCAR	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
17-abr-24	11:00:00	77.8	1	JLCC	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
26-abr-24	10:30:00	78	0.2	JCAR	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
4-May-24	9:30:00	79	1	JLCC	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799
11-May-24	11:00:00	77	2	KJFH	9C1FOT206	73.2	81	74.5	79.7	77.1	0	Ok	4.63799

Fuente: Elaboración propia.

Figura 41*Plantilla de recolección de lecturas de NIBEM (espuma).***NIBEM (s)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
8-Mar-24	11:00:00	244		JVTC	9C2MES202	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
14-Mar-24	10:30:00	241	3	JCAR	9C2MES203	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
23-Mar-24	9:30:00	248	7	JLCC	9C2MES204	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
29-Mar-24	11:00:00	241	7	KJFH	9C2MES205	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
06-abr-24	10:30:00	250	9	JVTC	9C2MES206	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
11-abr-24	9:30:00	241	9	JCAR	9C2MES207	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
18-abr-24	11:00:00	244	3	JLCC	9C2MES208	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
26-abr-24	10:30:00	240	4	JCAR	9C2MES209	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
4-May-24	9:30:00	242	2	JLCC	9C2MES210	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
11-May-24	11:00:00	244	2	KJFH	9C2MES211	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941
18-May-24	12:00:00	246	2	JCAR	9C2MES212	231	259	236	254	245	0	Ok	16.71941

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42*Plantilla de recolección de lecturas de calcio.***Calcio (ppm)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
8-Mar-24	11:00:00	68		JVTC		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
22-Mar-24	9:30:00	67	1	JLCC		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
06-abr-24	10:30:00	63	4	JVTC		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
19-abr-24	11:00:00	67	4	JLCC		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
26-abr-24	11:00:00	66	1	JVTC		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
4-May-24	9:30:00	68	2	KJFH		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
11-May-24	10:30:00	68	0	JVTC		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM
18-May-24	11:00:00	65	3	JCAR		58.65	72.39	60.94	70.1	65.52	0	Ok	LSC RM

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43*Plantilla de recolección de lecturas de hierro en cerveza.***Hierro (ppm)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
8-Mar-24	11:00:00	0.02457		JVTC	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
15-Mar-24	10:30:00	0.02655	0.00198	JCAR	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
22-Mar-24	9:30:00	0.02119	0.00536	JLCC	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
29-Mar-24	11:00:00	0.01762	0.00357	JKFH	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
06-abr-24	10:30:00	0.02256	0.00494	JVTC	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
11-abr-24	9:30:00	0.01548	0.00708	JCAR	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
18-abr-24	11:00:00	0.01881	0.00333	JLCC	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
26-abr-24	10:30:00	0.01756	0.00125	JCAR	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
4-May-24	9:30:00	0.02173	0.00417	JLCC	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
11-May-24	11:00:00	0.01871	0.00302	JKFH	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457
18-May-24	11:00:00	0.02165	0.00294	JCAR	9C1FOT206	0	0.04	0.01	0.03	0.02	0	Ok	0.02457

Fuente: Elaboración propia.

Figura 44*Plantilla de recolección de lecturas de sulfitos en cerveza.***SO2 (ppm)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
8-Mar-24	11:00:00	4.3		JVTC	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
14-Mar-24	10:30:00	4.1	0.2	JCAR	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
22-Mar-24	9:30:00	4.4	0.3	JLCC	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
29-Mar-24	11:00:00	4.2	0.2	JKFH	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
06-abr-24	10:30:00	4.3	0.1	JVTC	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
11-abr-24	9:30:00	4.1	0.2	JCAR	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
19-abr-24	11:00:00	4.3	0.2	JLCC	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
26-abr-24	10:30:00	4.5	0.2	JKFH	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
4-May-24	9:30:00	4.4	0.1	JVTC	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
11-May-24	11:00:00	4.5	0.1	JCAR	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326
15-May-24	11:00:00	4.2	0.3	JCAR	9C1FOT206	3.67	4.82	3.86	4.63	4.25	0	Ok	0.68326

Fuente: Elaboración propia.

Figura 45*Plantilla de recolección de lecturas de diacetilo libre.***Diacetilo (ppb)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
4-Mar-24	7:00:00	9.76	0	JVTC	9C1CRO201	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
5-Mar-24	7:00:00	9.61	0.15	JVTC	9C1CRO202	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
6-Mar-24	7:00:00	9.94	0.33	JVTC	9C1CRO203	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
7-Mar-24	7:00:00	9.08	0.86	JVTC	9C1CRO204	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
8-Mar-24	7:00:00	8.97	0.11	JVTC	9C1CRO205	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
9-Mar-24	7:00:00	8.83	0.14	JVTC	9C1CRO206	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
11-Mar-24	7:00:00	10.28	1.45	JKFH	9C1CRO207	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
12-Mar-24	7:00:00	10.42	0.14	JKFH	9C1CRO208	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
13-Mar-24	7:00:00	8.69	1.73	JKFH	9C1CRO209	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
14-Mar-24	7:00:00	9.23	0.54	JKFH	9C1CRO210	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
15-Mar-24	7:00:00	8.81	0.42	JKFH	9C1CRO211	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
16-Mar-24	7:00:00	10.14	1.33	JKFH	9C1CRO212	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
18-Mar-24	8:00:00	10.27	0.13	JLCC	9C1CRO213	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
19-Mar-24	8:00:00	9.02	1.25	JLCC	9C1CRO214	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
20-Mar-24	8:00:00	9.61	0.59	JLCC	9C1CRO215	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
21-Mar-24	8:00:00	10.33	0.72	JLCC	9C1CRO216	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
22-Mar-24	8:00:00	10.33	0	JLCC	9C1CRO217	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
23-Mar-24	8:00:00	9.34	0.99	JLCC	9C1CRO218	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
25-Mar-24	7:00:00	8.54	0.8	JVTC	9C1CRO219	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
26-Mar-24	7:00:00	8.31	0.23	JVTC	9C1CRO220	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
27-Mar-24	7:00:00	10.51	2.2	JVTC	9C1CRO221	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
28-Mar-24	7:00:00	10.09	0.42	JVTC	9C1CRO222	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
29-Mar-24	7:00:00	8.74	1.35	JVTC	9C1CRO223	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096
30-Mar-24	8:00:00	10.44	1.7	JKFH	9C1CRO224	6.78	12.18	7.68	11.28	9.48	0	Ok	3.2096

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46*Plantilla de recolección de lecturas de pentanodiona.***Pentanodiona (ppb)**

Fecha de Análisis	Hora	Resultado	Rango Movil	Analista	Equipo	LIC	LSC	LIA	LSA	Promedio Lab	Promedio Zona	Rango	LSC RM
4-Mar-24	7:00:00	6.86	0	JVTC	9C1CRO201	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
5-Mar-24	7:00:00	5.7	1.16	JVTC	9C1CRO202	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
6-Mar-24	7:00:00	5.23	0.47	JVTC	9C1CRO203	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
7-Mar-24	7:00:00	5.03	0.2	JVTC	9C1CRO204	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
8-Mar-24	7:00:00	6.5	1.47	JVTC	9C1CRO205	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
9-Mar-24	7:00:00	5.13	1.37	JVTC	9C1CRO206	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
11-Mar-24	7:00:00	6.93	1.8	JKFH	9C1CRO207	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
12-Mar-24	7:00:00	5.21	1.72	JKFH	9C1CRO208	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
13-Mar-24	7:00:00	5.99	0.78	JKFH	9C1CRO209	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
14-Mar-24	7:00:00	6.54	0.55	JKFH	9C1CRO210	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
15-Mar-24	7:00:00	6.25	0.29	JKFH	9C1CRO211	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
16-Mar-24	7:00:00	5.89	0.36	JKFH	9C1CRO212	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
18-Mar-24	8:00:00	6.97	1.08	JLCC	9C1CRO213	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
19-Mar-24	8:00:00	5.35	1.62	JLCC	9C1CRO214	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
20-Mar-24	8:00:00	5.23	0.12	JLCC	9C1CRO215	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
21-Mar-24	8:00:00	6.99	1.76	JLCC	9C1CRO216	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
22-Mar-24	8:00:00	6.35	0.64	JLCC	9C1CRO217	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
23-Mar-24	8:00:00	5.25	1.1	JLCC	9C1CRO218	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
25-Mar-24	7:00:00	5.98	0.73	JVTC	9C1CRO219	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
26-Mar-24	7:00:00	6.19	0.21	JVTC	9C1CRO220	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
27-Mar-24	7:00:00	5.1	1.09	JVTC	9C1CRO221	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
28-Mar-24	7:00:00	6.65	1.55	JVTC	9C1CRO222	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
29-Mar-24	7:00:00	4.88	1.77	JVTC	9C1CRO223	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098
30-Mar-24	8:00:00	6.58	1.7	JKFH	9C1CRO224	2.65	9.1	3.73	8.03	5.88	0	Ok	3.83098

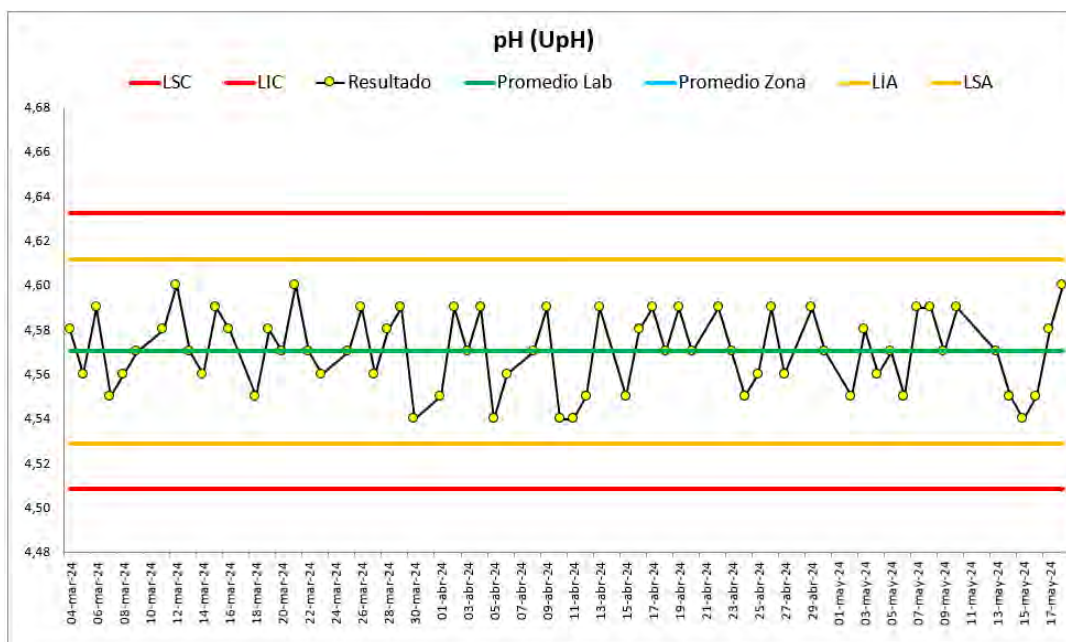
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Datos**Gráficas de Control para el Laboratorio Central**

Del análisis de resultados de la tabla de resultados iniciales y la aplicación de las ecuaciones 7 a 11 se obtienen los valores de control LSC, LIC, LIA y LSA y el rango móvil para cada análisis como se muestra en las figuras 47 a 68.

Figura 47

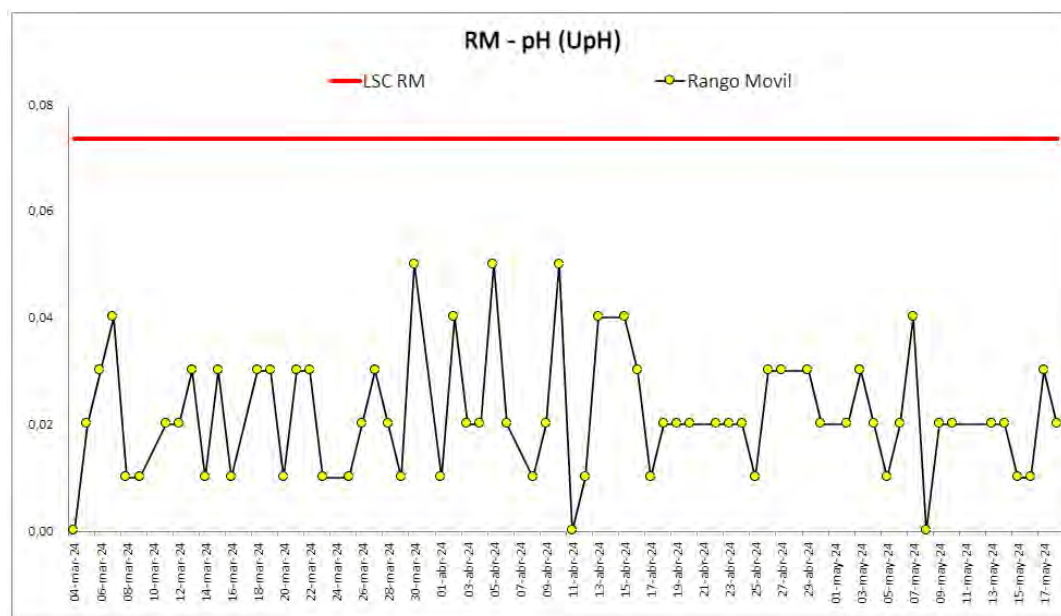
Gráfica de control de pH en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 48

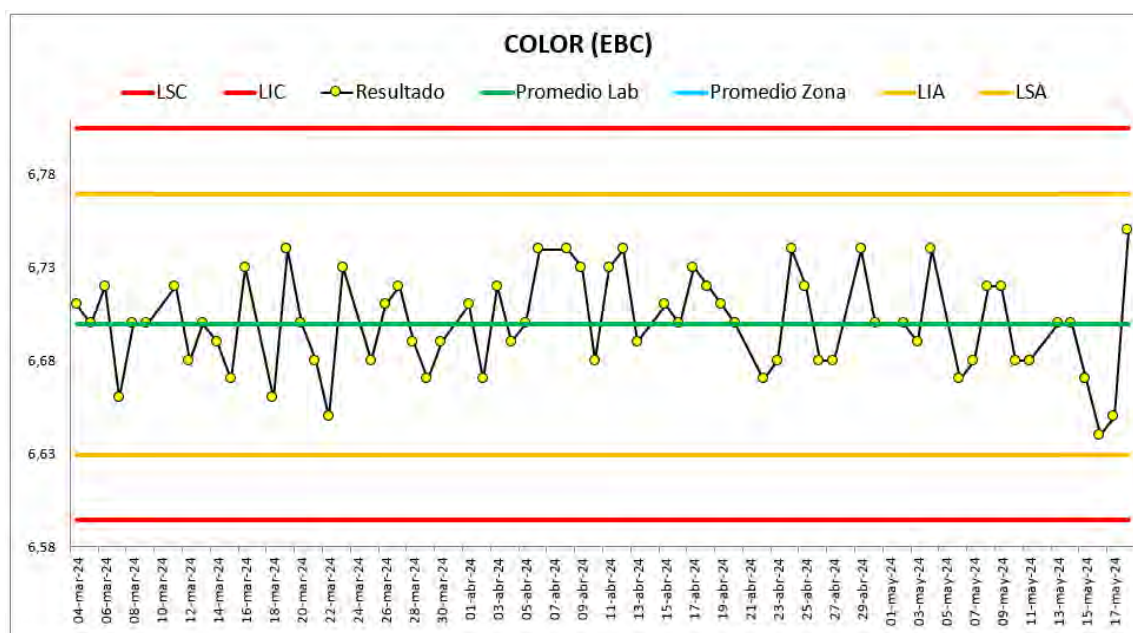
Gráfica de rango móvil para pH en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 49

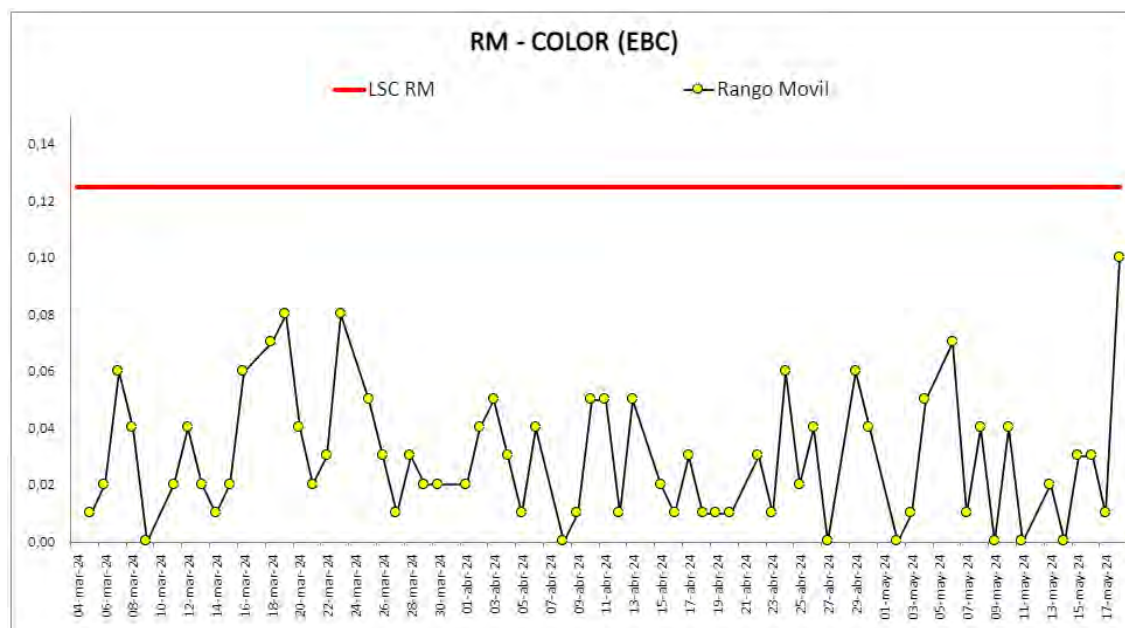
Gráfica de control de color en el laboratorio central



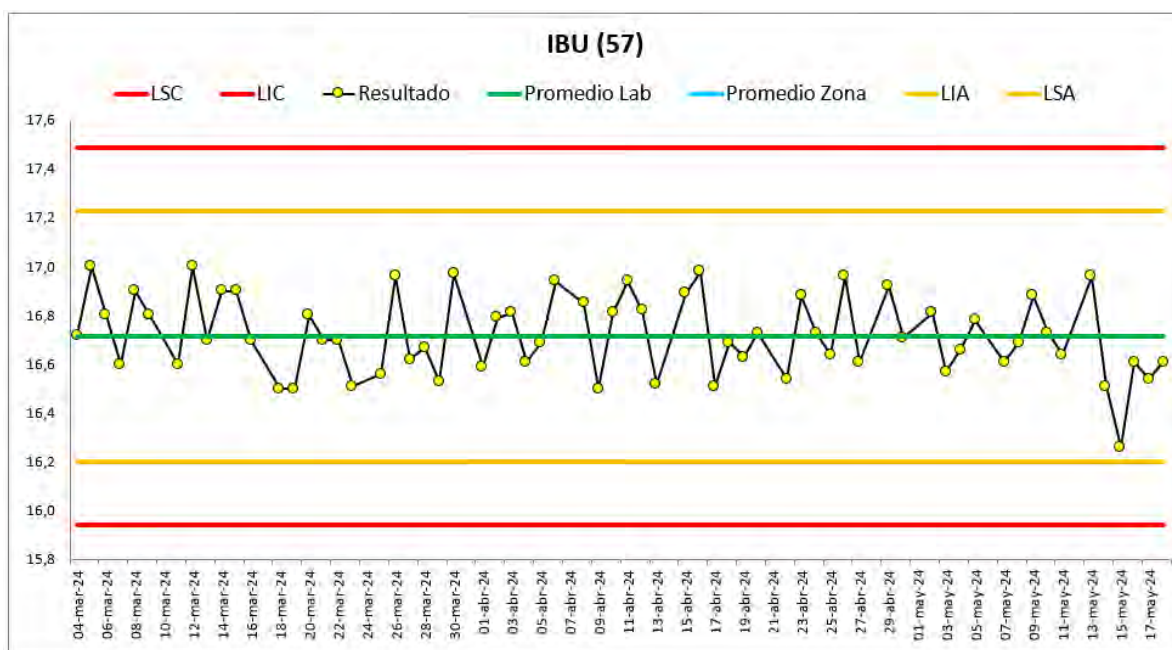
Fuente: Elaboración propia.

Figura 50

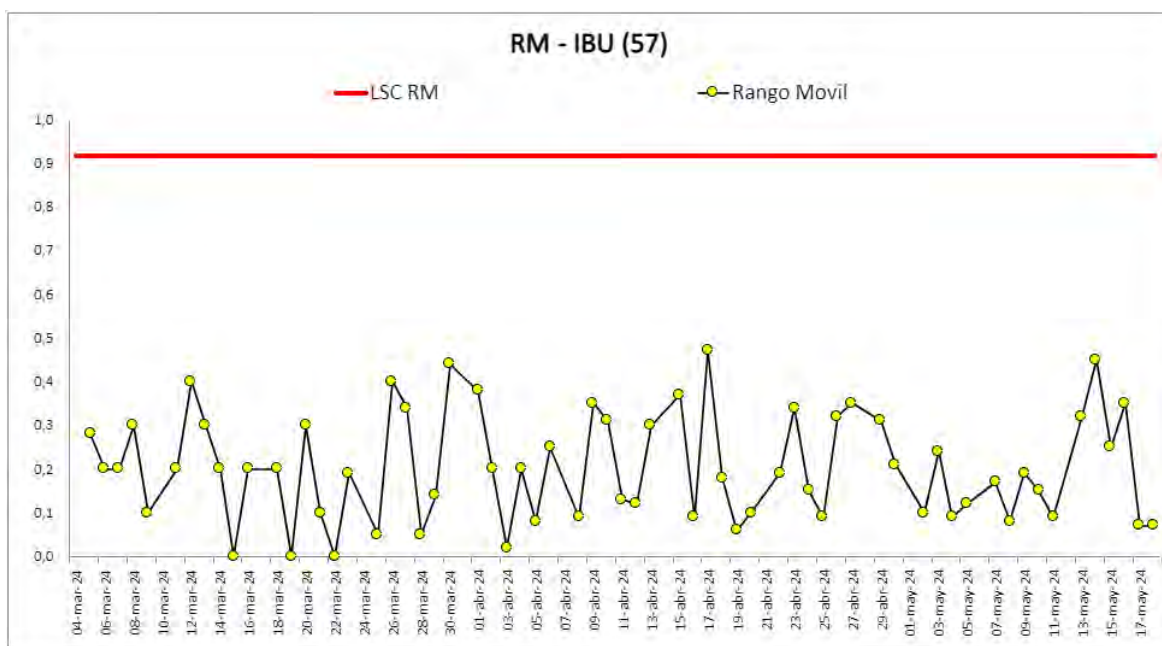
Gráfica de rango móvil para color en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 51*Gráfica de control de amargor en el laboratorio central*

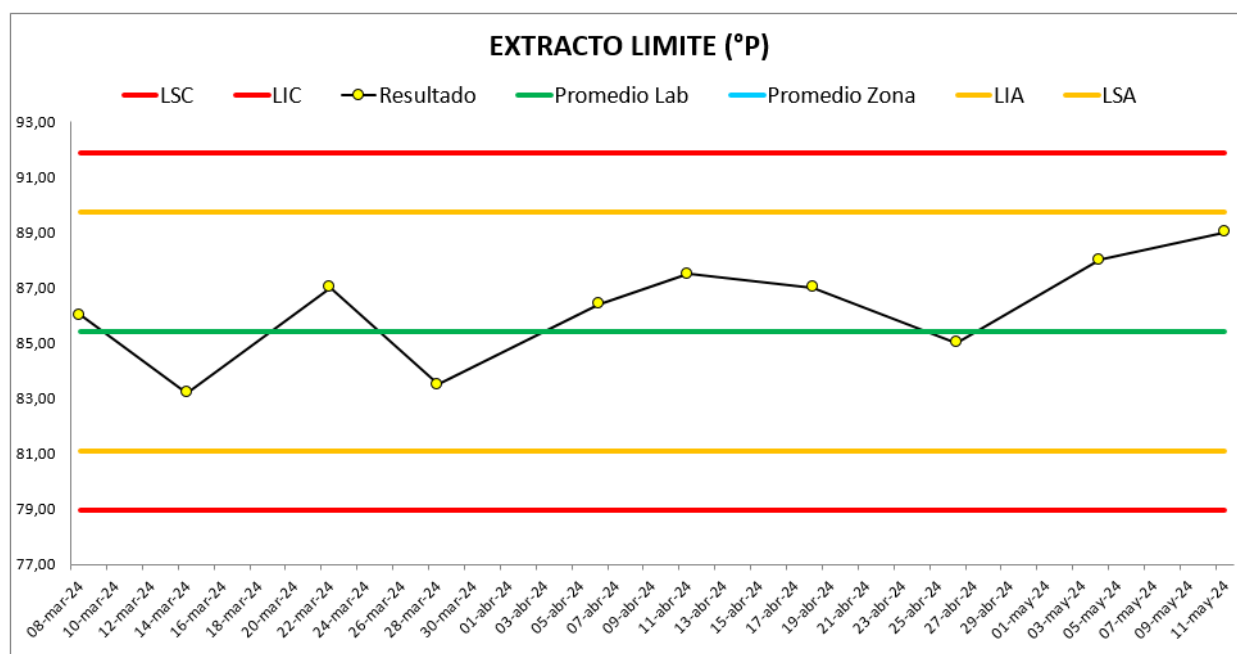
Fuente: Elaboración propia.

Figura 52*Gráfica de rango móvil para amargor en el laboratorio central*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 53

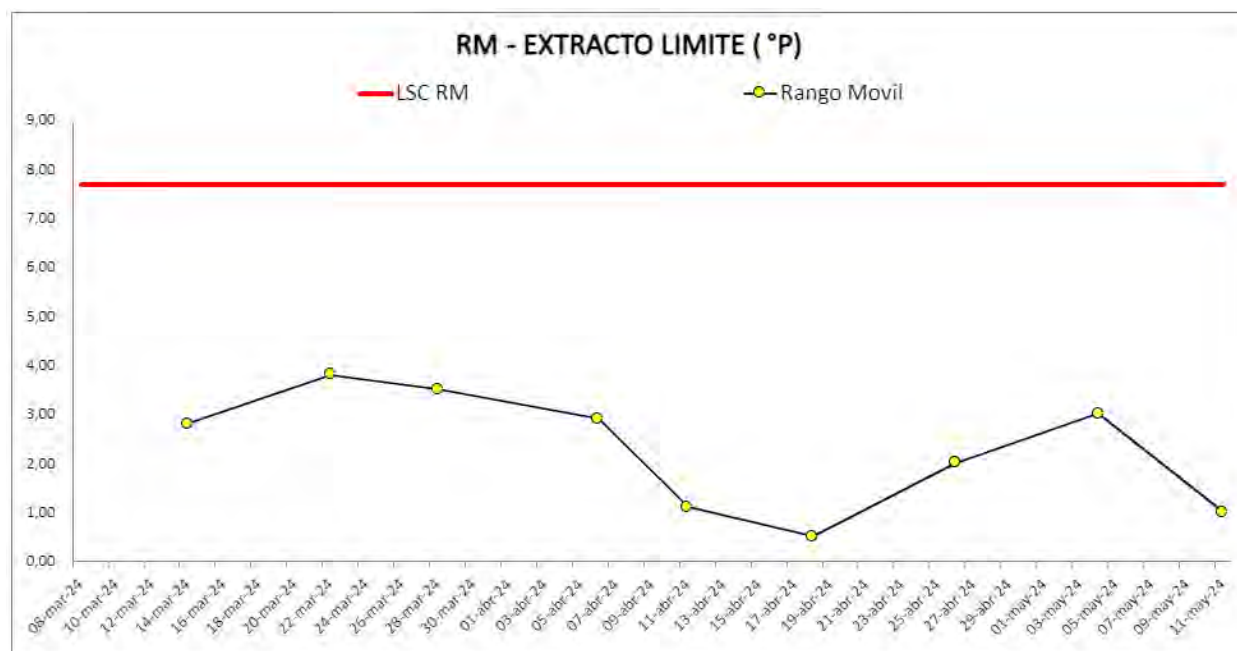
Gráfica de control de extracto límite en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 54

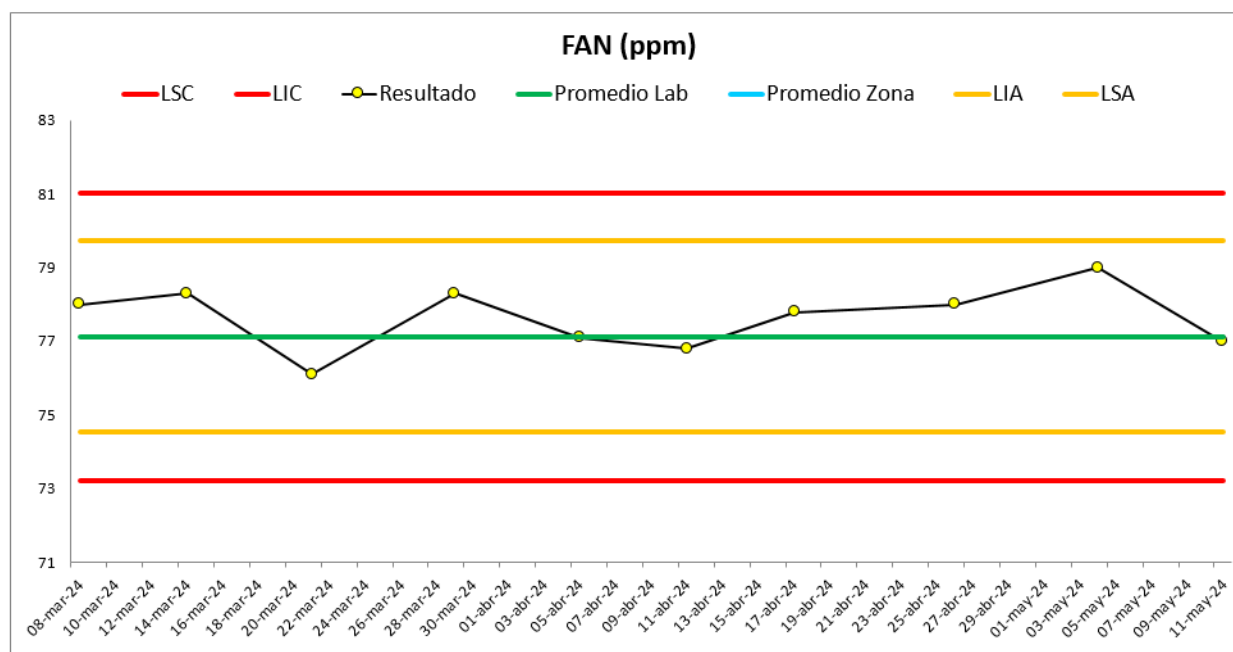
Gráfica de rango móvil para extracto límite en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

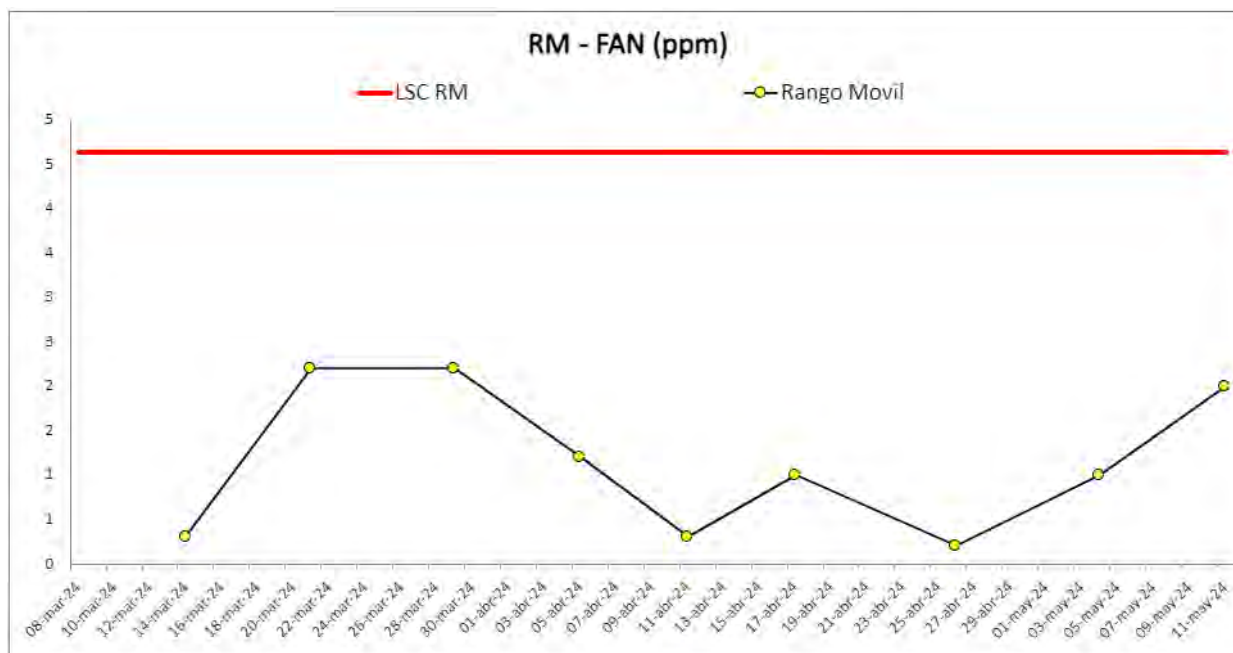
Gráfica de control para alfa amino nitrógeno libre en el laboratorio central



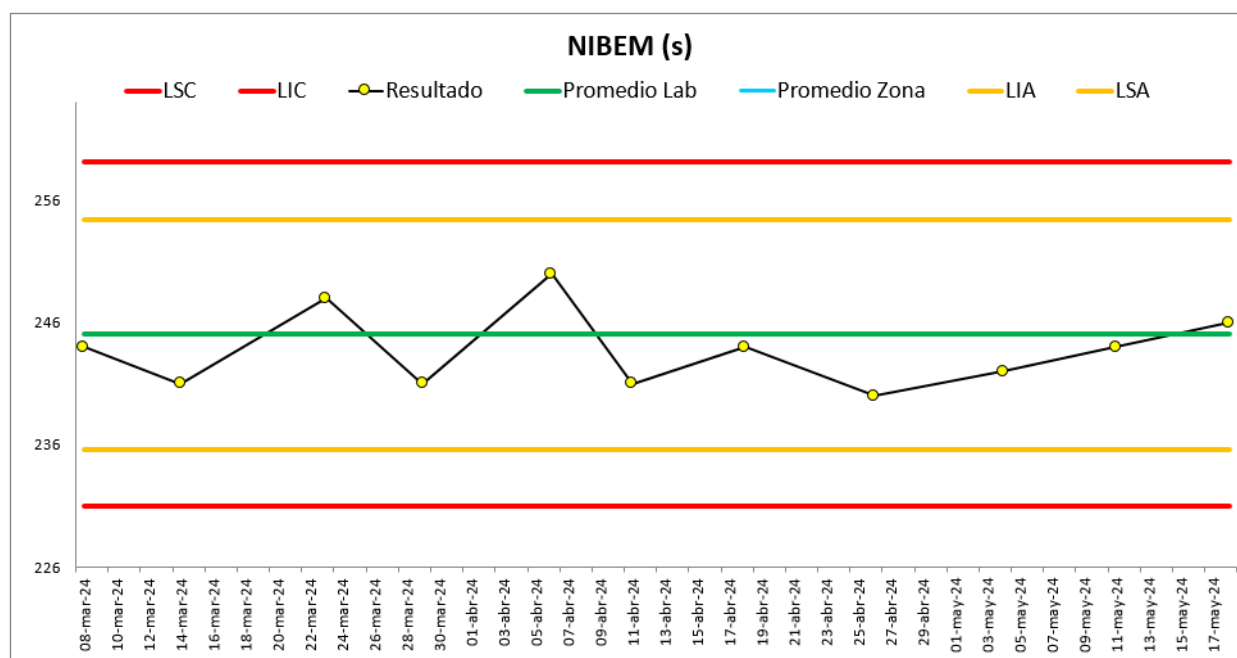
Fuente: Elaboración propia.

Figura 56

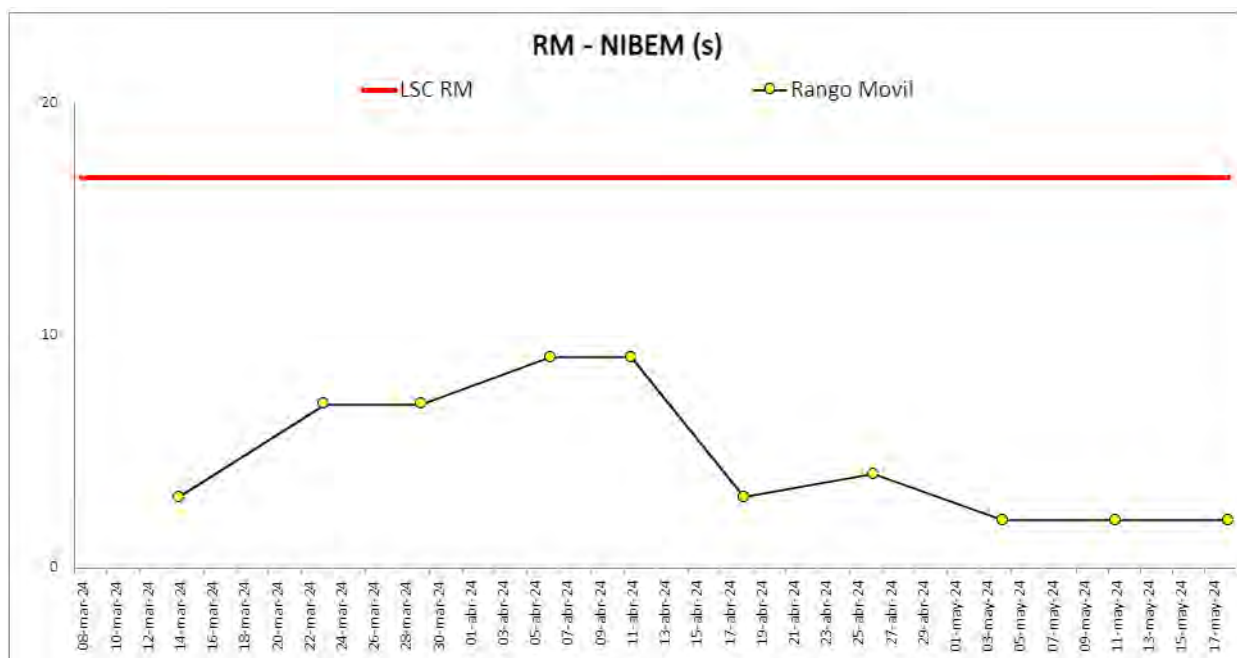
Gráfica de rango móvil para alfa amino nitrógeno libre en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 57*Gráfica de control de NIBEM en el laboratorio central*

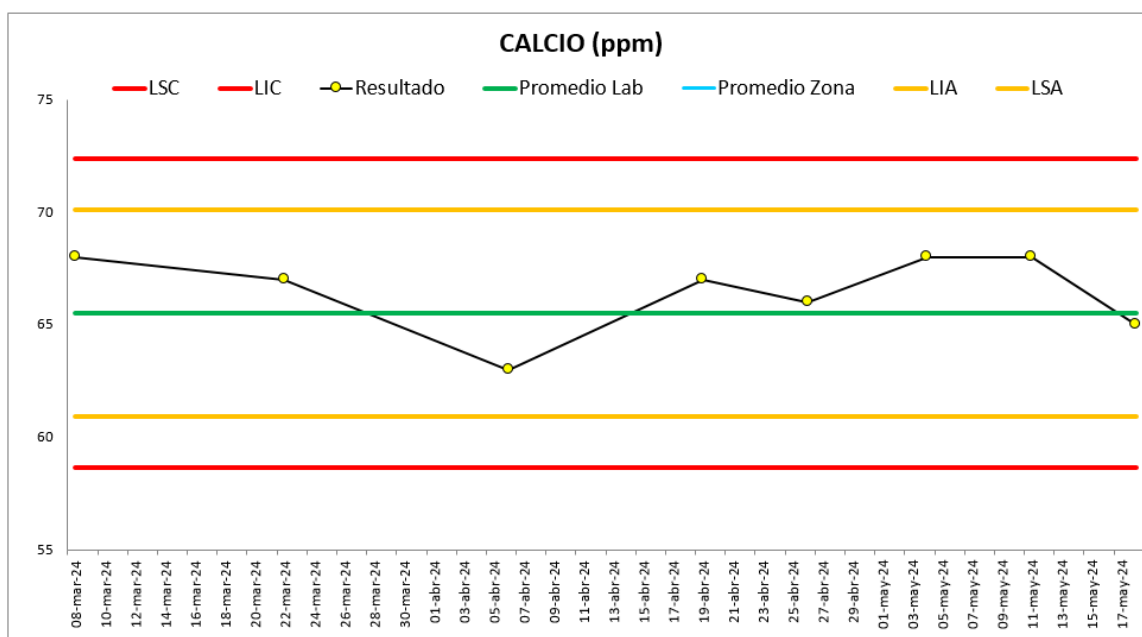
Fuente: Elaboración propia.

Figura 58*Gráfica de rango móvil para NIBEM en el laboratorio central*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 59

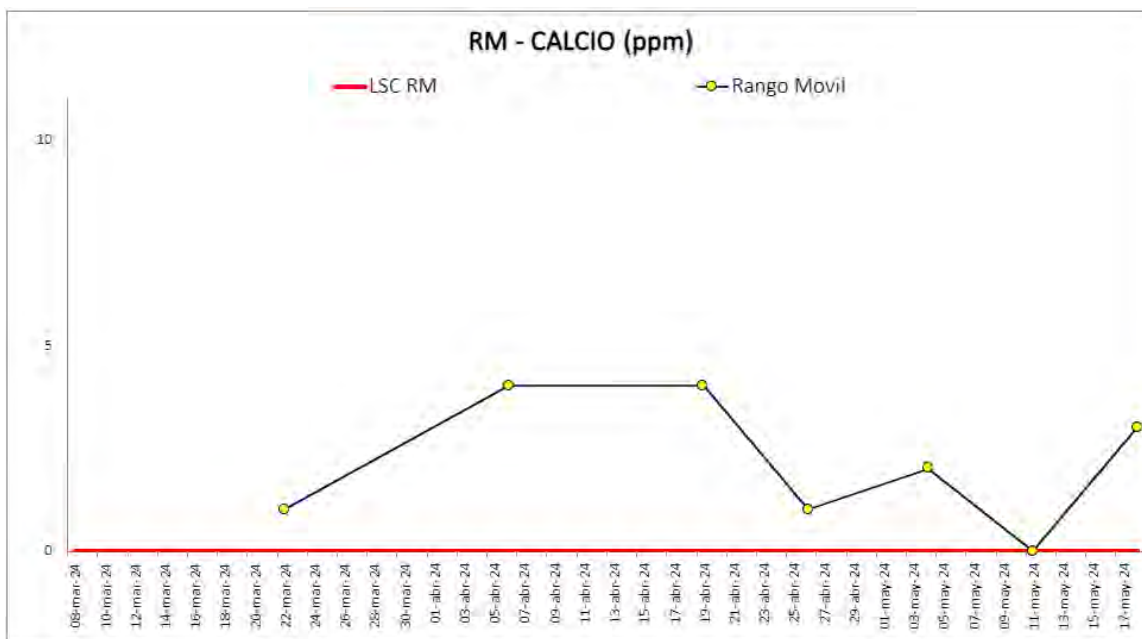
Gráfica de control de calcio en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60

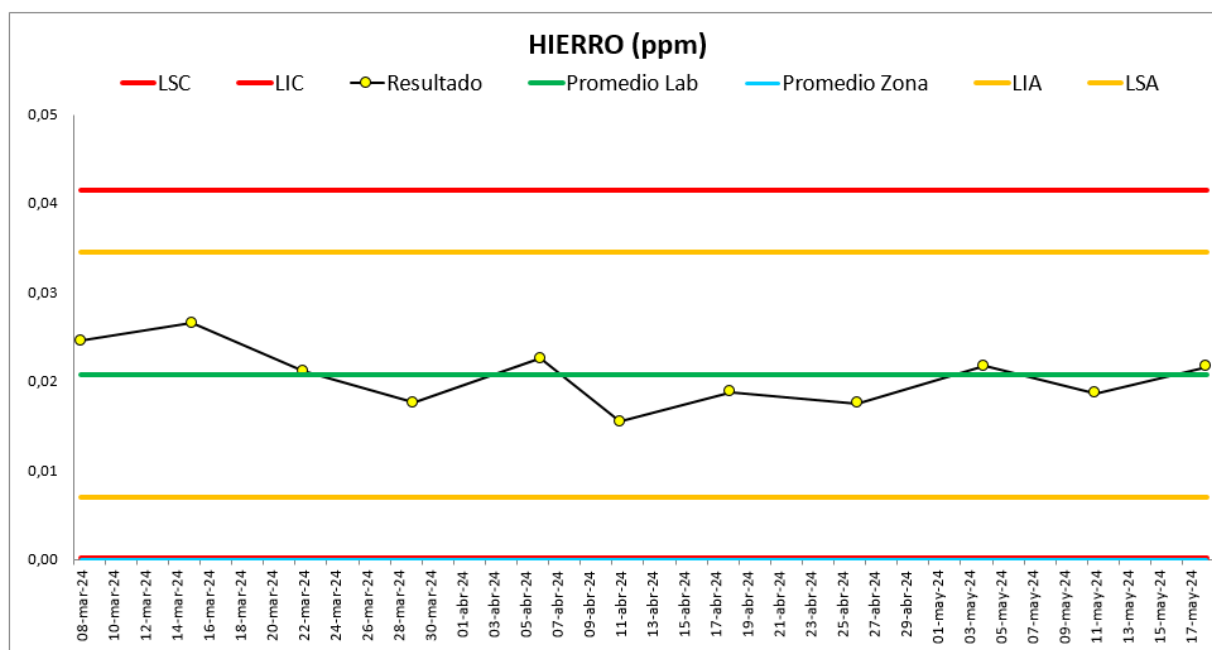
Gráfica de rango móvil para calcio en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 61

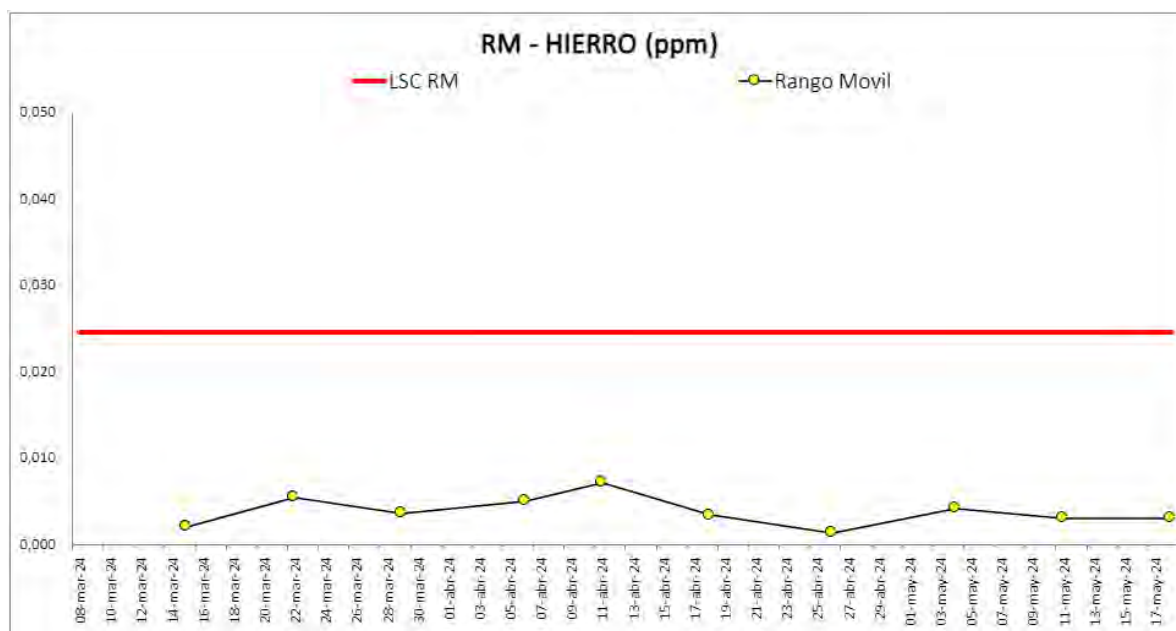
Gráfica de control de hierro en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 62

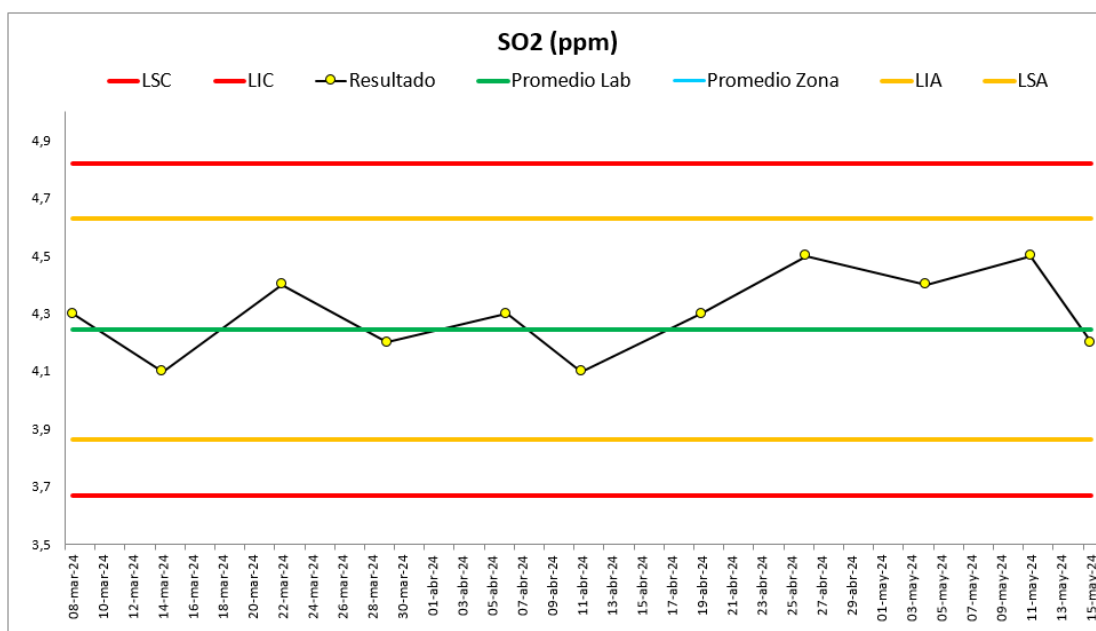
Gráfica de rango móvil para hierro en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 63

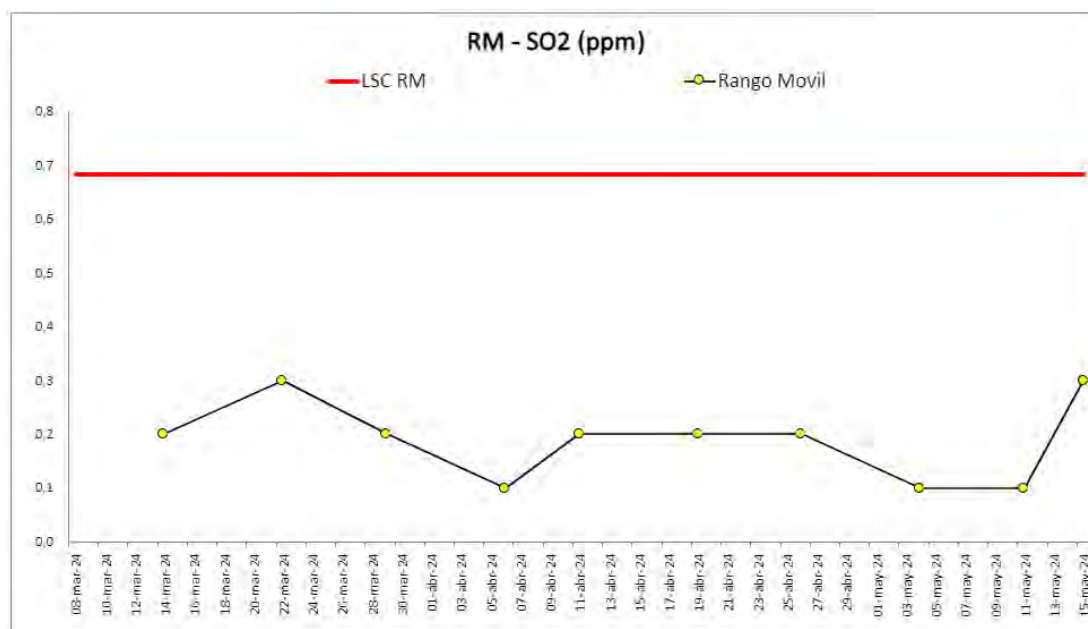
Gráfica de control de sulfitos en el laboratorio central



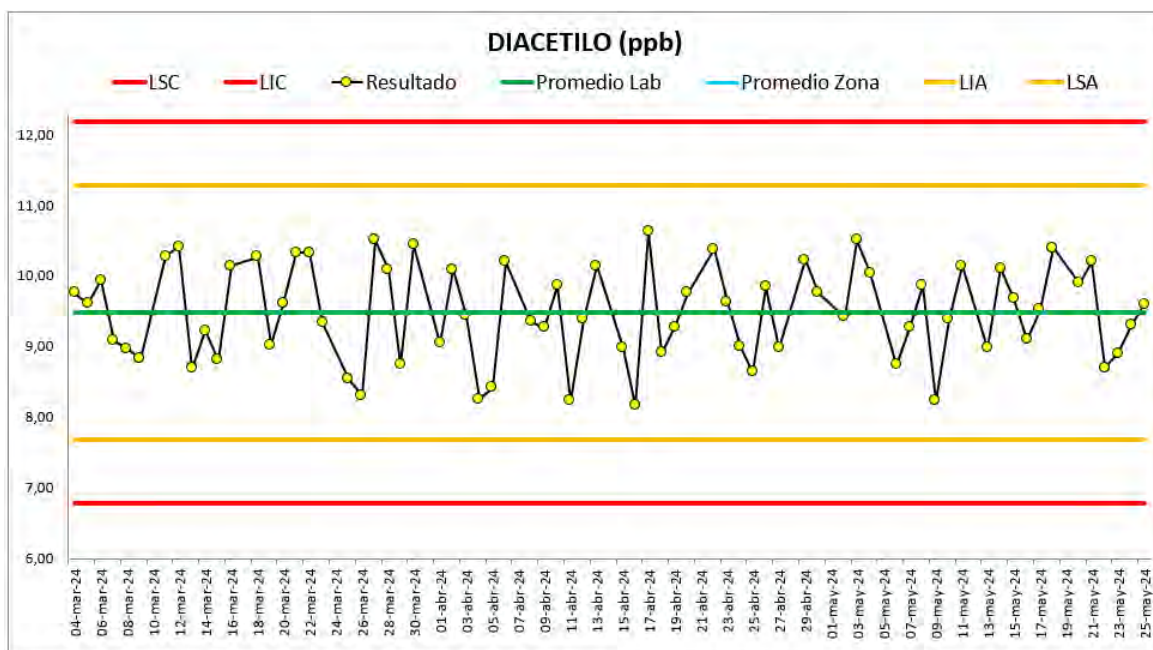
Fuente: Elaboración propia.

Figura 64

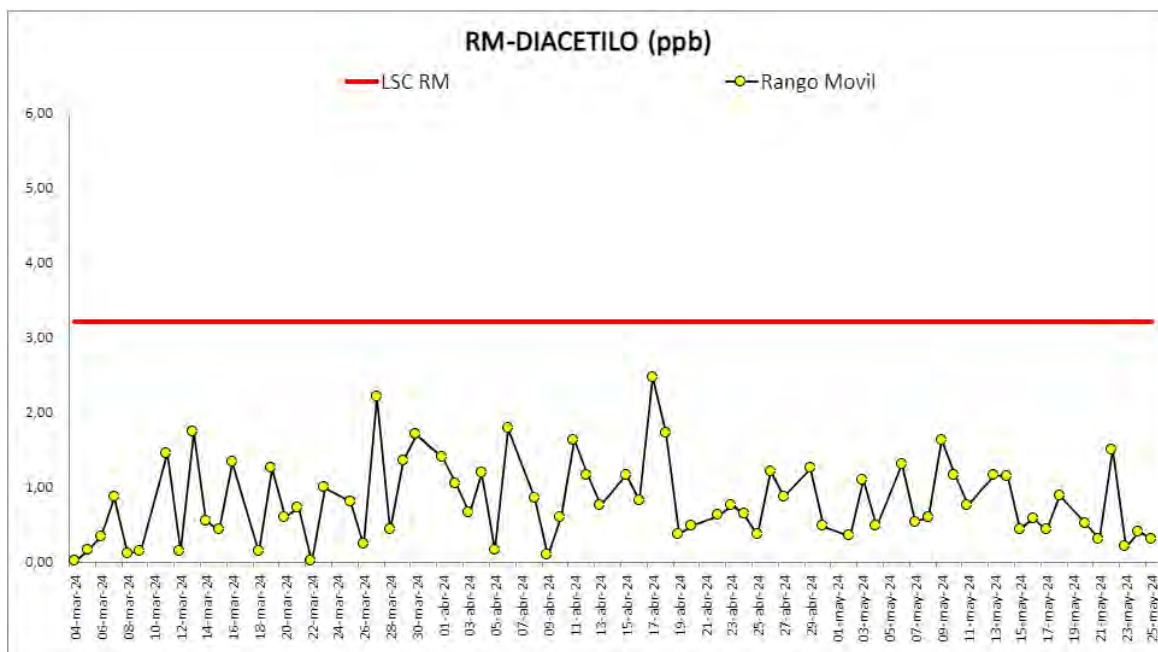
Gráfica de rango móvil para sulfitos en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 65*Gráfica de control de diacetilo en el laboratorio central*

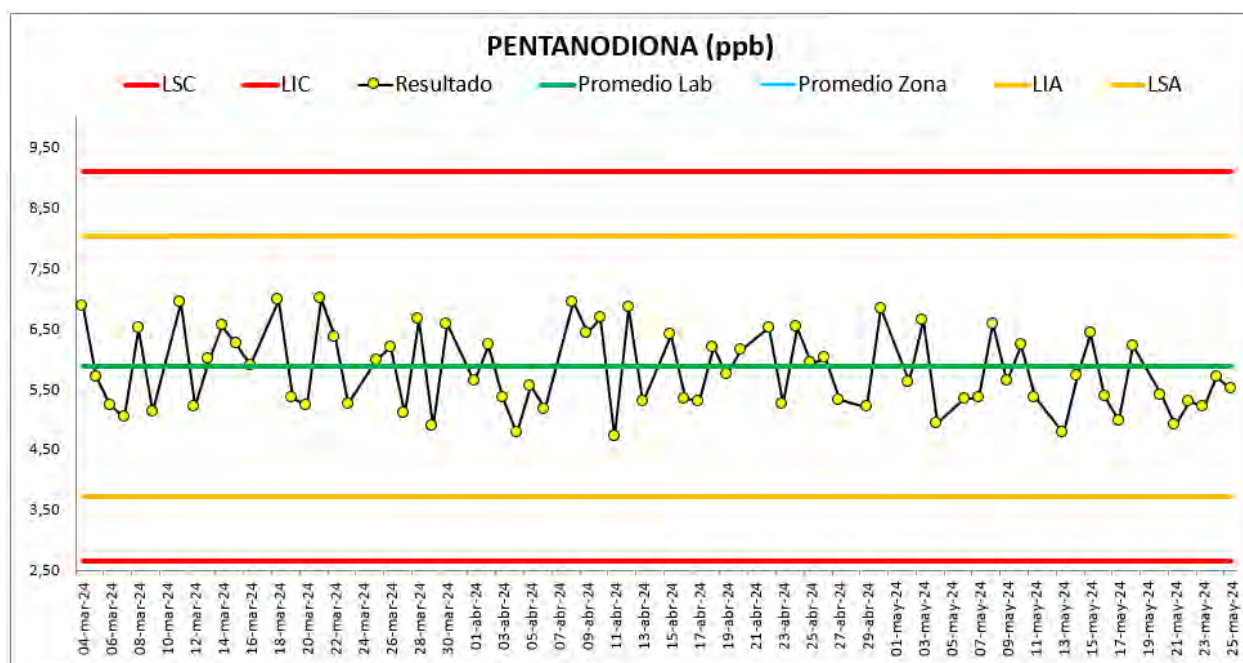
Fuente: Elaboración propia.

Figura 66*Gráfica de rango móvil para diacetilo en el laboratorio central*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 67

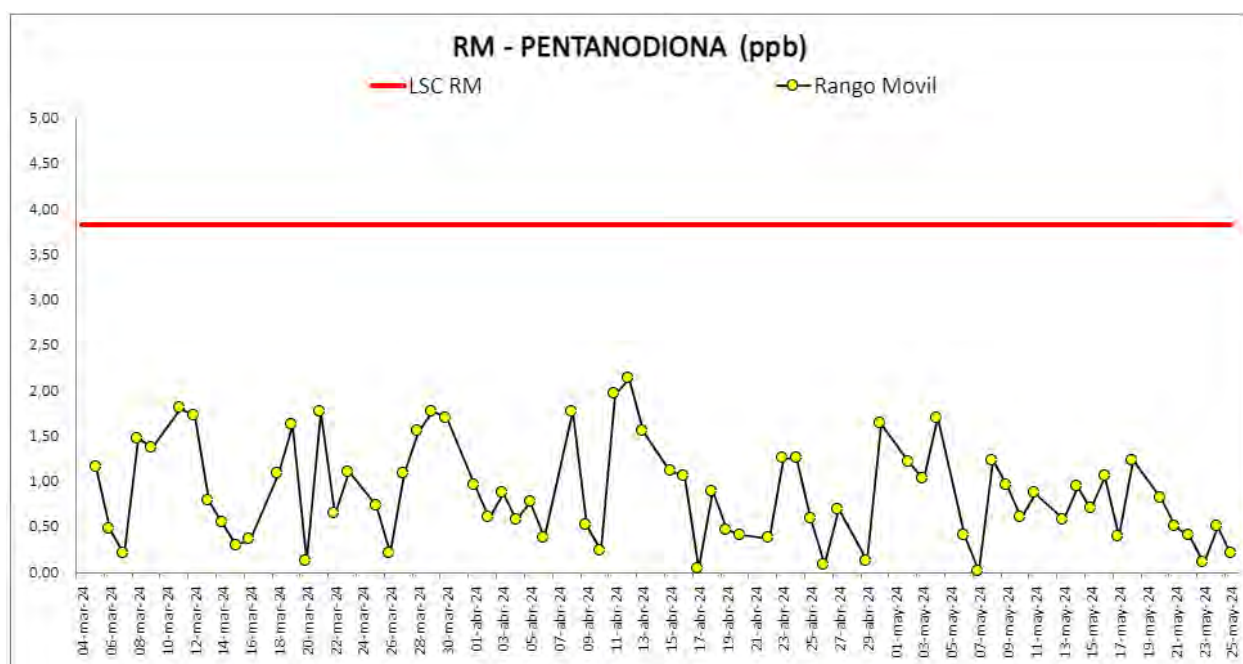
Gráfica de control de pentanodiona en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Figura 68

Gráfica de rango móvil para pentanodiona en el laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Plan de Acción Ante Anomalías en las Lecturas

La generación de gráficos y macros en las tablas facilitó la visualización de resultados y anomalías en las lecturas para el personal N1 que registre sus lecturas.

Los limite amarillos, límites de alerta con resultados admisibles, pero se debe considerar esta lectura por la cercanía del límite superior de control (LSC) o inferior de control (LIC), ya que es probable que en posteriores lecturas salga de la zona de control. Cuando haya más de 3 lecturas consecutivas en amarillos se debe dar la alerta al área de calidad para proceder con la rutina de verificación y ajuste que determine el analista de calidad de turno.

Para puntos fuera de los límites de control, ante el primer punto fuera de control se debe alertar inmediatamente al personal de calidad quien tomará acciones correctivas para registrar en el plan de acción las medidas que tome. El personal de calidad debe realizar una segunda muestra para su confirmación, si continúa fuera de los límites de control se debe realizar el análisis de causa raíz o 5W y comprobar con un tercer análisis. Si la tercera muestra está fuera de control después de aplicar las medidas correctivas y acciones dadas en el análisis de causa raíz se debe realizar registrando todo en la plataforma del Interaction Log.

Figura 69

Ejemplo de medida fuera de los límites de control superior o inferior.



Fuente: (Backus, 2024)

Cuando existen valores fuera del límite de alerta con tendencia ascendente o descendente

de más de 6 puntos, con 8 puntos continuos por arriba o por debajo de la media y hay violaciones al rango de movimiento o superiores al rango admitido como puntos atípicos máximos o mínimos se debe dar la alerta al personal del área de calidad quien deberá registrar y realizar el análisis de la causa raíz registrándose en la hoja de plan de acción y realizar la verificación del equipo.

Figura 70

Ejemplo de datos fuera del límite de control y con tendencia ascendente.

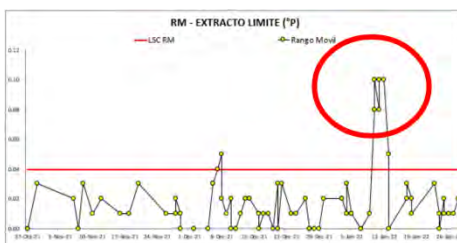


Fuente: (Backus, 2024)

Otro caso habitual es si hay puntos fuera de los límites del rango de la gráfica de rango móvil, se debe dar la alerta al área de calidad, quien deberá analizar la causa raíz registrándose en la hoja de plan de acción y aplicar reglas de verificación.

Figura 71

Ejemplo de datos fuera del límite de rango móvil.



Fuente: (Backus, 2024)

En otro caso que se debe alertar es cuando se verifica un cambio de tendencia de los resultados se acerquen más al promedio del país o en los parámetros que cambien de tendencia

respecto a la disminución de la vida útil del parámetro de control, siendo los casos más comunes el amargor o IBU y sulfitos o SO₂.

Figura 72

Ejemplo cambio de tendencia de datos.



Fuente: (Backus, 2024)

Análisis de Capacidad en las Estaciones de Trabajo Operativas

Análisis de Capacidad en el Laboratorio Central

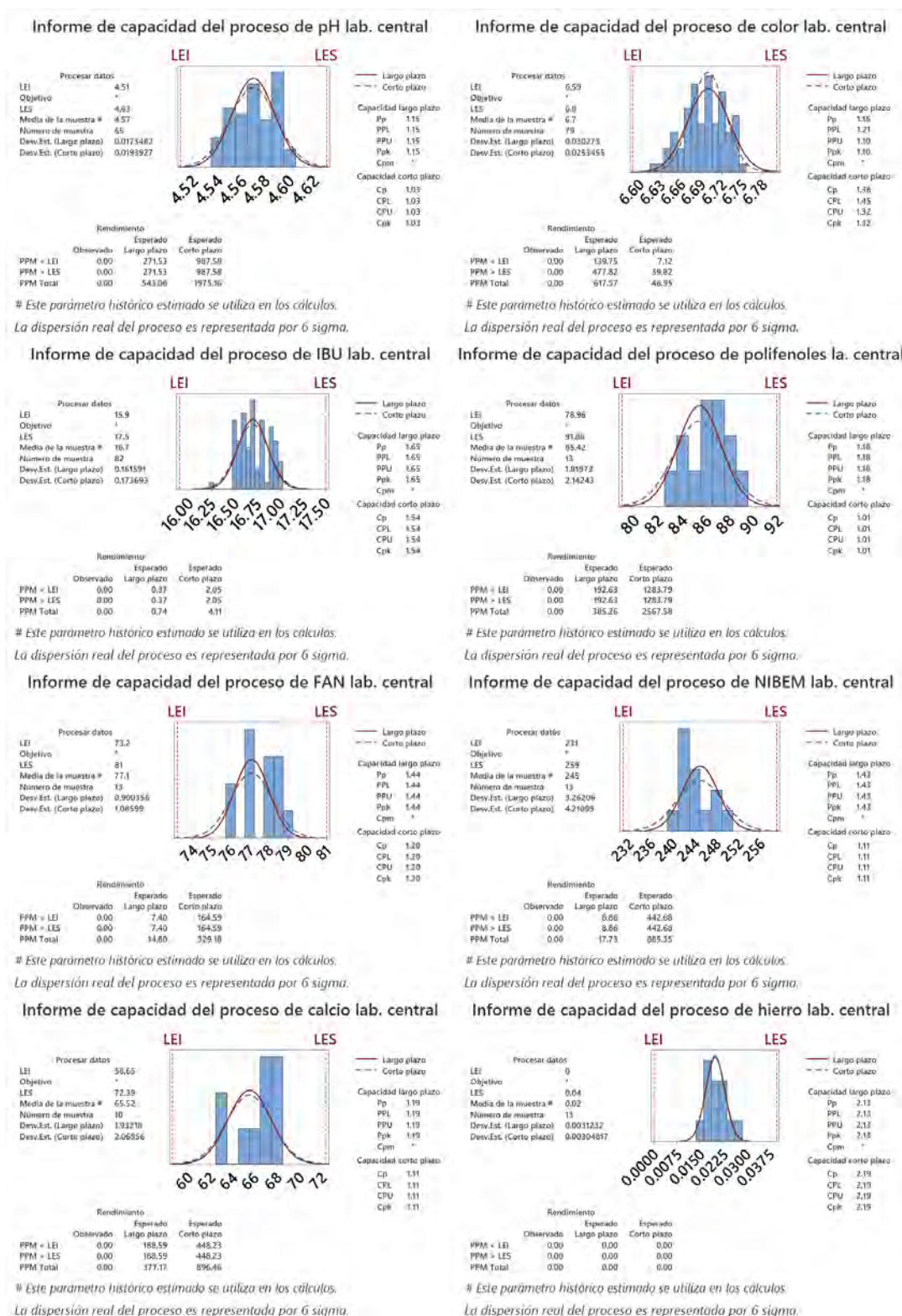
La figura 73 y 74 muestra el análisis de capacidad para todos los análisis realizados en la BWC en el laboratorio central. De estos resultados se puede inferir que el proceso de análisis de IBU, FAN, NIBEM, HIERRO y SO₂ para la BWC y análisis rutinarios es adecuado, y no se espera que se obtengan mediciones desviadas en un corto plazo debido a que cumplen con el criterio del Process performance index (Ppk) > 1.33 . En cuanto a los demás análisis cumplen con el criterio de $1 < Ppk < 1.33$, siendo indicativo que son parcialmente adecuados, por lo que requieren un control estricto del proceso. Finalmente, el caso del diacetilo y pentanodiona es especial debido a que estos se realizan en un mismo equipo al mismo tiempo y siendo el diacetilo un parámetro de control estricto y no deseado en el producto terminado, se toma su índice de capacidad como predominante frente al de pentanodiona, por lo que, al tener un valor de Ppk igual a 1.29 es indicativo que el proceso es parcialmente adecuado y requiere un tipo de control más estricto, tanto en la verificación del método y del cromatógrafo donde se realizan las medidas. Este tipo de verificaciones en el equipo pueden ser desde la lectura de estándares patrón

de una solución conocida de diacetilo pentanodiona o el cumplimiento de una rutina de limpieza y mantenimiento del equipo.

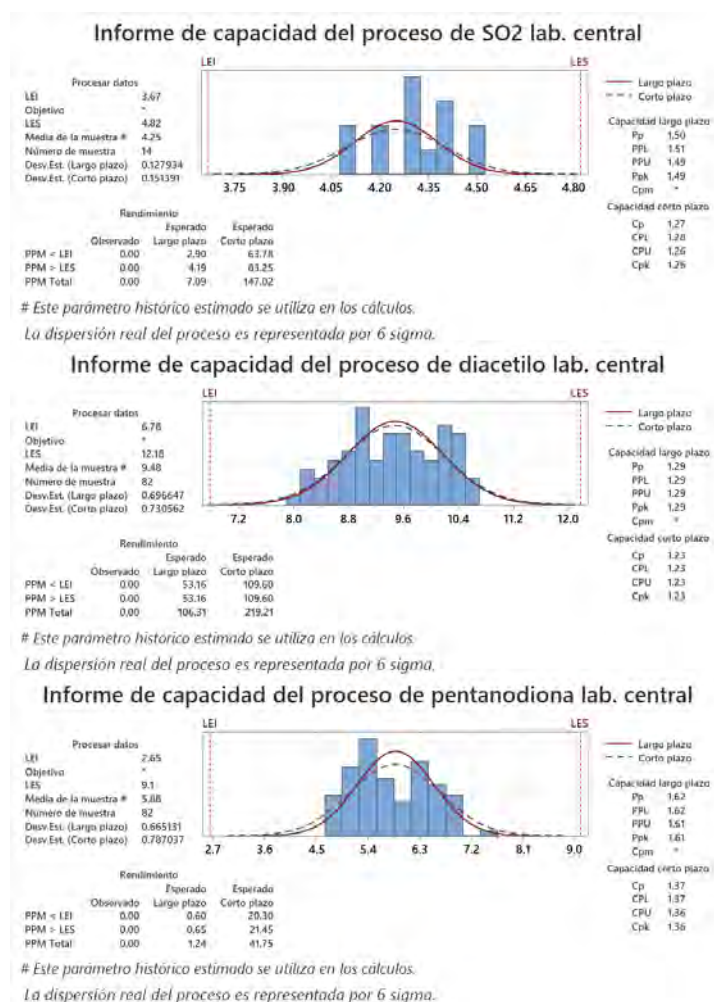
Respecto al índice Cpk, de igual forma se verifica que la mayor parte de los procesos son parcialmente adecuados, por lo que, a un largo plazo se espera que alguna medida se encuentre fuera del límite máximo de control. Debido a ello se recomienda contar con un plan de acción ante este tipo de ocurrencias.

Figura 73

Análisis de capacidad para el laboratorio central I



Fuente: Elaboración propia.

Figura 74.***Análisis de capacidad para el laboratorio central II***

Fuente: Elaboración propia.

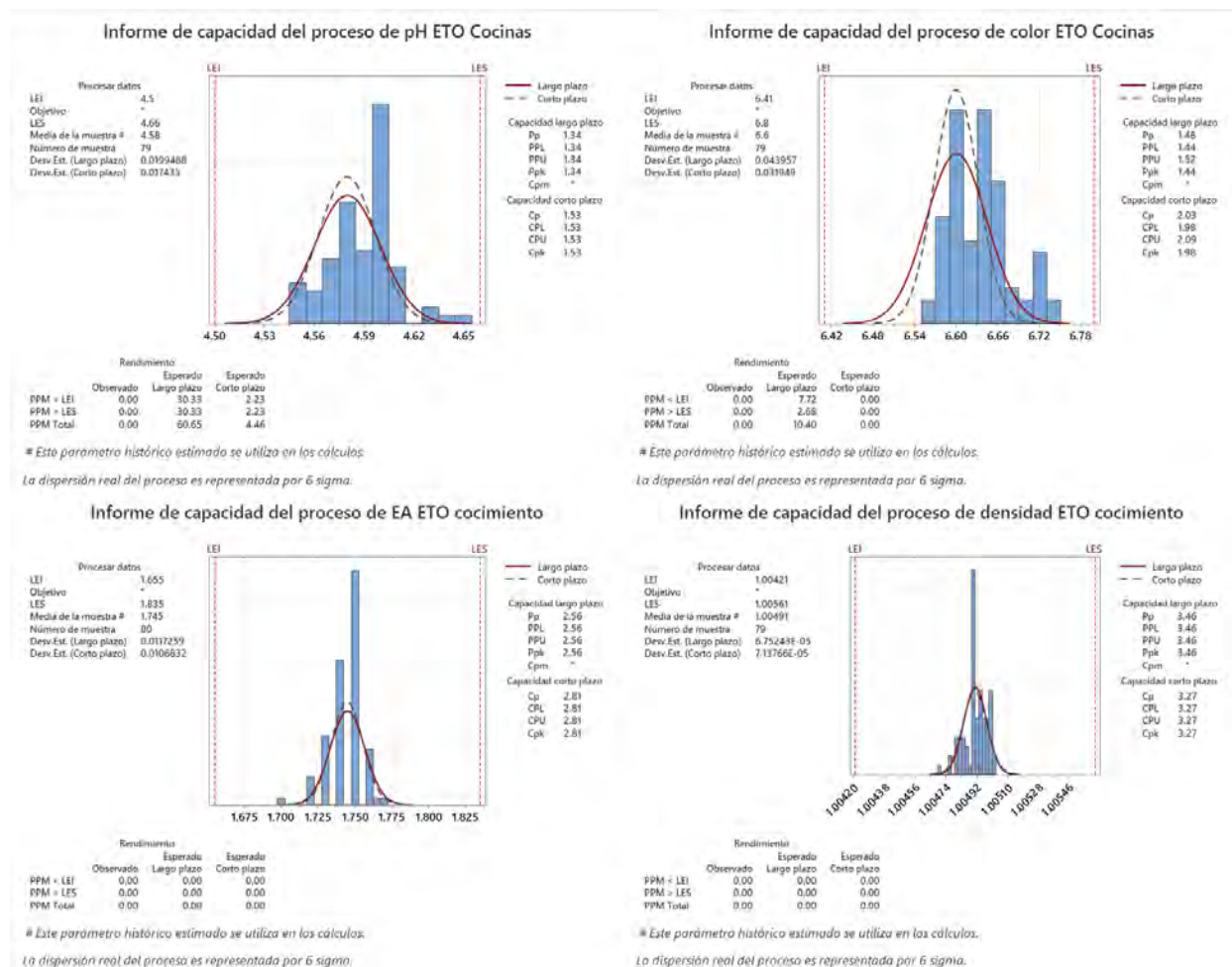
Análisis de Capacidad en la ETO de Cocimientos

La figura 75 muestra el análisis de capacidad para la ETO de cocimientos, en donde se evidencia que los índices de Cpk y Ppk son mayores a 3, el cual también se evidencia en menor medida en el proceso de medición de extracto aparente, con un Cpk igual a 2.81 y Ppk 2.56. La lectura de ambos parámetros se da en el mismo equipo y conforme a lo visualizado en la tabla de rendimiento para ambos procesos, no se espera defectos por millón de mediciones lo cual indica el correcto proceso llevado a cabo en el análisis y uso del equipo.

Respecto a los índices de los procesos de medición de pH y color son mayores a 1, siendo indicativo de que el proceso llevado a cabo es adecuado y la cantidad de errores en las mediciones esperadas por millón de lecturas es mínima.

Figura 75

Análisis de capacidad para la ETO de cocimientos.



Fuente: Elaboración propia.

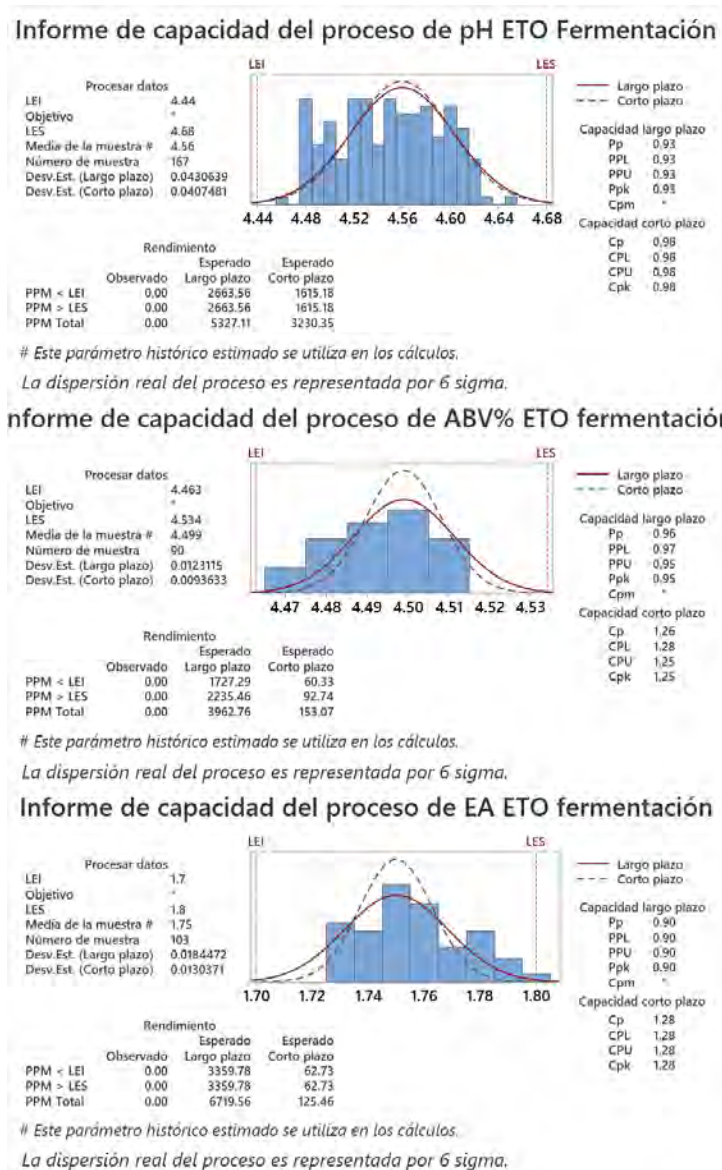
Análisis de Capacidad en la ETO de Fermentación

La figura 76 muestra el análisis de capacidad para la ETO de fermentación, en la cual se evidencia que los índices de capacidad Ppk y Cpk se encuentran bajo 1, lo cual es indicativo de que el procesos llevado a cabo no es el adecuado y hace necesaria la aplicación de medidas

correctivas como la verificación y calibración de los equipos, y entrenamiento del personal mediante la aplicación de métodos como el Diagnóstico de Trabajo Operacional (DTO) y Estandarización Operacional de Procesos (SOP por sus siglas en inglés).

Figura 76

Análisis de capacidad para la ETO de fermentación.



Fuente: Elaboración propia.

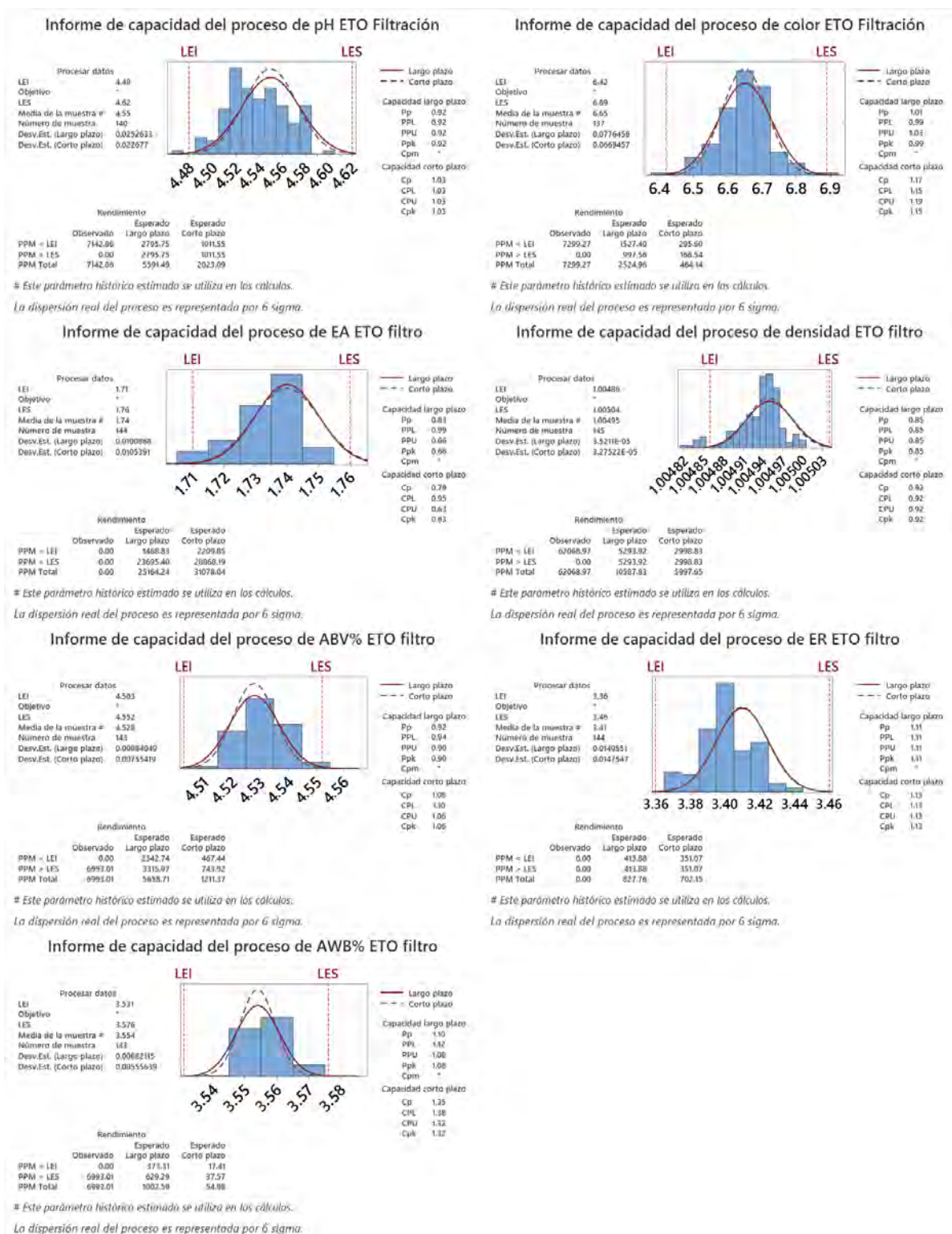
Análisis de Capacidad en la ETO de Filtración

La figura 77 muestra el análisis de capacidad para la ETO de filtrado, en esta de la misma forma que el caso de la ETO de fermentación muestra oportunidades de mejora en el control del proceso debido a los bajos índices de capacidad (inferiores a 1 en casi todos los casos)

Conforme a los resultados obtenidos, los bajos índices de capacidad en el laboratorio de filtros podrían llevar a desviaciones en el análisis extractos y relacionados (densidad, EA, ER, AVB% y ABW%), pH y color en los BBT's enviados hacia envasado dando como resultado no conformidades en producto terminado por lo que el laboratorio de filtrado puede ser foco para la mejora de los procesos llevados a cabo en esta ETO, aplicándose de la misma como como el caso previo entrenamientos al personal o DTO's y la creación de procedimientos estandarizados o SOP's.

Figura 77

Análisis de capacidad para la ETO de filtración.



Fuente: Elaboración propia.

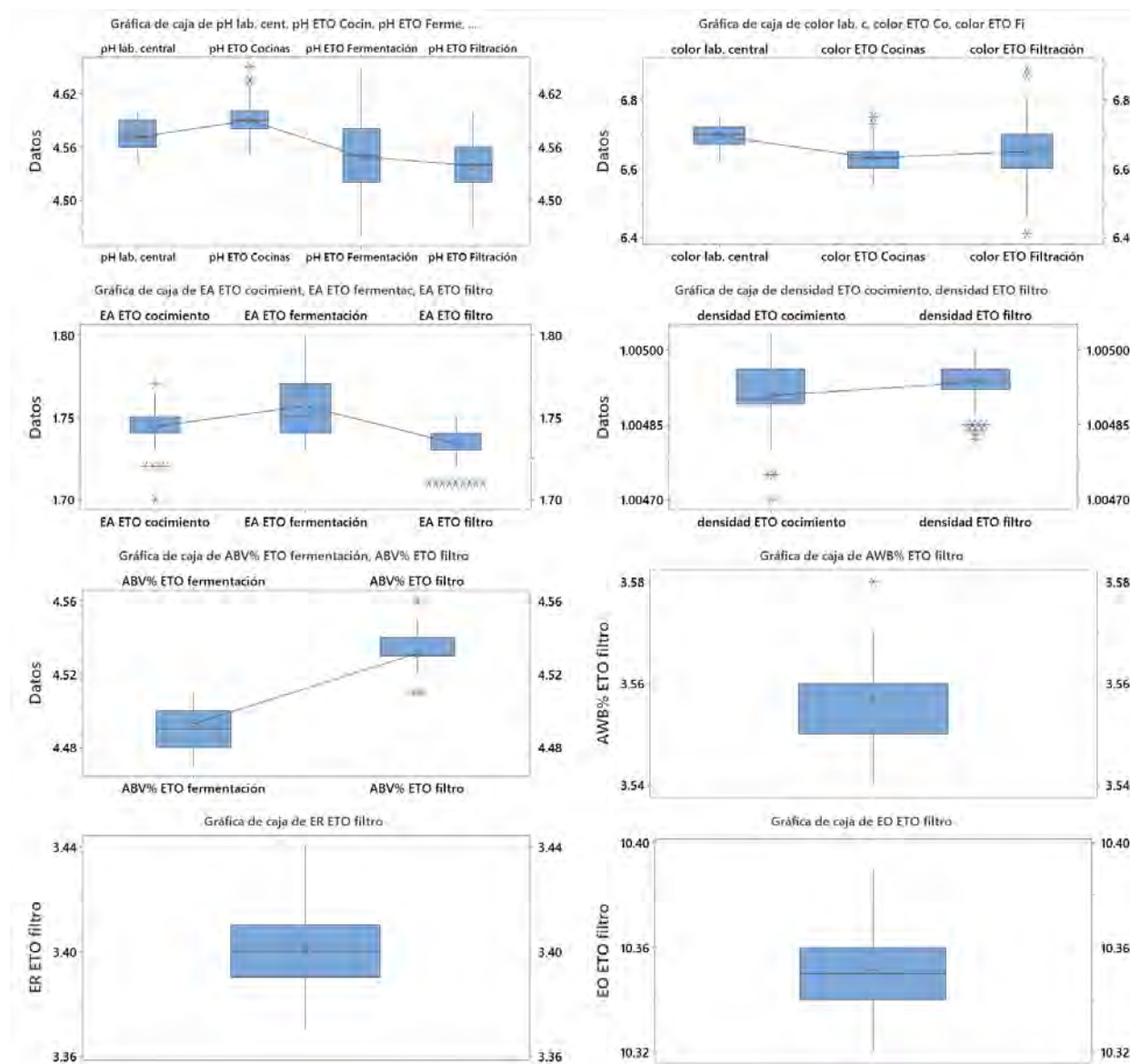
Comparación de Medidas en la BWC en las ETO's y Laboratorio Central

La figura 78 muestra una comparación de las medidas para los análisis más comunes realizados para la BWC en todos los laboratorios de la planta. La comparación en los valores de pH muestra similitudes en el laboratorio central y la ETO de cocimientos y mayor dispersión en las ETO's de fermentación y filtración lo cual podría ser indicativo de falencias en estas dos estaciones, lo cual contrasta con sus respectivos índices de capacidad.

Mientras que, para el caso de la lectura de extractos muestran similitudes en los rangos del diagrama de caja para las ETO's de cocimientos y filtros, excepto por el valor de alcohol en las ETO's de cocimientos y filtros, en el cual ninguno de los rangos inter-cuartiles y respectivas medias son cercanas a las medias de todas las lecturas de la planta, lo cual podría ser un indicativo de un mal ajuste en el equipo de medición. Siendo un parámetro ajustable en estos equipos, hace necesario ajustar el valor de alcohol en volumen en ambos equipos a la vez porque puede causar desviaciones en las mediciones de alcohol en los THR y BBT de ambas estaciones.

Figura 78

Comparación de medidas en la BWC en las ETO's y laboratorio central



Fuente: Elaboración propia.

Implementación un Sistema de Aseguramiento de la Calidad en la Fuente

Estandarización Operacional de Procesos (SOP)

Se entiende por estandarización operacional de procesos o SOP un documento donde se detalla todos los pasos necesarios para llevar a cabo una determinada actividad. En el caso del presente informe, un procedimiento estandarizado para toda la planta referido a los análisis

realizados, esta guía tiene la función de ser una guía detallada para realizar una tarea específica dirigida a los operarios. El cumplimiento de esta guía asegura la realización de un análisis de manera correcta y eficiente.

Estas guías o SOP's son usadas para estandarizar todos los procesos de la planta y garantizar que las actividades realizadas se rijan a la norma y procedimientos propios de la empresa, así mismo, en este contexto pueden garantizar la calidad en las mediciones, evitando errores y reelaboraciones del análisis.

La redacción de las SOP's se realizan por parte del personal calidad como analistas de microbiólogas en base a los lineamientos de la empresa, en estas se debe cumplir ciertos criterios como:

- Dar indicaciones claras a fin de que su uso para el operario sea claro y pueda basar su procedimiento en esta.
- Breve y claro debido a que re hondar en pasos puede llevar a incoherencias y malentendidos por parte del operario.
- Simple y fácil de entender para cualquier persona que pueda asumir ese rol en cualquier momento, por ejemplo, suplentes.

Las SOP's en AB InBev son creadas por medio de la plataforma de Ab InBev Acadia, en la cual se almacenan todos los procedimientos de todas las sedes de la empresa.

Figura 79

Ejemplo de la lista de SOP's pertenecientes al área de calidad en Planta Cusco

	DETERMINACIÓN DE ACEITE Y GRASAS CON ALCANFOR EN EL SISTEMA CO2 CUS-CAL-SOP-0032 • Revisado: 1 de junio de 2024 DETALLES DEL PROCEDIMIENTO OBJETIVO: La siguiente SOP, tiene como objeti...	1. Ubicación: Cusco 2. Departamento: Calidad (no usar)
	ANALISIS SENSORIAL DE CO2 CUS-CAL-SOP-0066 • Revisado: 1 de junio de 2024 DETALLES DEL PROCEDIMIENTO OBJETIVO: La siguiente SOP, tiene como objeti...	1. Ubicación: Cusco 2. Departamento: Calidad (no usar)
	DETERMINACION DE COLOR: AGUAS DE PROCESO CUS-CAL-SOP-0024 • Revisado: 1 de junio de 2024 DETALLES DEL PROCEDIMIENTO OBJETIVO: La siguiente SOP, tiene como objeti...	1. Ubicación: Cusco 2. Departamento: Calidad (no usar)
	ANALISIS SENSORIAL: DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO CUS-CAL-SOP-0033 • Revisado: 1 de junio de 2024 DETALLES DEL PROCEDIMIENTO OBJETIVO: La siguiente SOP, tiene como objeti...	1. Ubicación: Cusco 2. Departamento: Calidad (no usar)
	TURBIDEZ: AGUAS DE PROCESO - MÉTODO DE OPERACIÓN, CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE TURBIDÍMETRO PORTÁTIL 2100Q CUS-CAL-SOP-0037 • Revisado: 1 de junio de 2024 DETALLES DEL PROCEDIMIENTO OBJETIVO: La siguiente SOP, tiene como objeti...	1. Ubicación: Cusco 2. Departamento: Calidad (no usar)
	CMM-LOG-SOP-0002 RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO MEX-400012 • Revisado: 30 de mayo de 2024 CMM-LOG-SOP-0002 RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMIN...	1. Ubicación: ND 2. Departamento: ND

Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 80 a 82 muestran un ejemplo de una SOP para la determinación de color por espectrofotometría en mosto, muestras de proceso y producto terminado.

Figura 82

Ejemplo una SOP perteneciente al área de calidad en Planta Cusco III

VERSION	FECHA	MODIFICACIÓN	AUTOR
2	25/06/2024	- Se actualiza el código de identificación de la SOP - Revalidación - Estandarización de las propiedades. - Cambio de propietario del documento.	Patricia Dianderas - Gerente de Calidad

Aprobaciones de documento	
Fecha	Aprobado por
17 de febrero de 2024	Patricia Dianderas

Fuente: Elaboración propia.

Diagnóstico de Trabajo Operacional (DTO)

Este es un proceso sistemático y estructurado usado para evaluar las capacidades del personal operativo, así como de mejorar las competencias de estos con relación a los procedimientos llevados a cabo en la planta, ya sean procedimientos operacionales o analíticos. Este incluye una serie de pasos que van desde la capacitación del operario de acuerdo con las actividades que realiza hasta la evaluación y certificación de este para realizar las actividades de las cuales fueron capacitados. La implementación de este sistema de aseguramiento de la calidad en la fuente permite asegurar la calidad y eficiencia en la realización de determinados procesos.

La aplicación de esta política va de la mano con la creación de las SOP's ya que es en base a esta que se realiza la capacitación del personal operativo.

Análisis mínimos transferibles. Conforme a las políticas de la empresa, el operario debe estar inmerso en los análisis que acompañen a los procesos productivos que realiza, por ende, este debe realizar determinados análisis que no impliquen mucha complejidad o la necesidad de permisos especiales.

En la figura 83 se muestra un ejemplo de los análisis mínimos transferibles dirigido al área de elaboración y las determinadas áreas a las cuales son aplicables.

Figura 83

Análisis máximos transferibles al área de elaboración.

Etapa de Proceso	Categoría	Análisis	Método	Equipos Requeridos	Fase de Autonomía
Mosto Frío	RCI	Extracto Original - Mosto Frío	MAVPOQA2131 Analizador de Cerveza Anton Paar Alcolyzer Plus	Densímetro DMA-5000	Fase-2
	RCI	pH	MAVPOQA2118 Medición pH	Potenciómetro con agitador magnético	Fase-2
	CI	Color	VPOQ-A2-111	Espectrofotómetro, Soporte embudos y embudos de filtración	Fase-3
	CI	Extracto Límite (Atenuación)	MA-VPOQ-A2-127	Densímetro DMA-5000 Agitador de Matrazas con control de Temperatura	Fase-3
Fermentación	CI	pH	MAVPOQA2118 Medición pH	Potenciómetro con agitador magnético	Fase-2
	CI	Extracto Aparente	MAVPOQA2131 Analizador de Cerveza Anton Paar Alcolyzer Plus	Alcolyzer	Fase-2
	CI	Alcohol En Volumen			
	CI	Extracto Original			Fase-3
	CI	RDF			Fase-3
	CI	Viabilidad de levadura	VPO-QUAL3.1.11.5.7.09	Microscopio	Fase-3
	CI	Conteo Celular		Microscopio y Contador de Células.	Fase-3
Maduración	CI	pH	MAVPOQA2118 Medición pH	Potenciómetro con agitador magnético	Fase-2
	CI	Extracto Aparente	MAVPOQA2131 Analizador de Cerveza Anton Paar Alcolyzer Plus	Alcolyzer	Fase-2
	CI	Alcohol En Volumen			Fase-2
	CI	Oxígeno Disuelto	Manual del proveedor	Equipo portátil Haffmans referencia DGM	Fase-3
	CI	Extracto Original	MAVPOQA2131 Analizador de Cerveza Anton Paar Alcolyzer Plus	Alcolyzer	Fase-3

Fuente: Elaboración propia.

Gerenciador de DTO's. Identificados todos los análisis transferibles, se debe capacitar a los operarios que les compete dichos análisis, por lo que, en un primer paso, previa coordinación con el personal operativo, se registra la DTO en el Gerenciador de DTO's, como muestra la figura 84.

Figura 84

Gerenciador de DTO's de área de elaboración.

ABInBev		VPO PILAR GESTIÓN - BLOQUE CREACIÓN Y EJECUCIÓN DE ESTÁNDARES GERENCIADOR DE DTO										VPO									
AREA	PROCESO	PARÁMETRO	FECHA PLANIFICADA	CRITERIO	CATEGORÍA DE CALIDAD	SOB	LINEA	PLANIFICADO	OPERARIO	FECHA	COMENTARIO	EN	EN	STATUS	SCORE	REPROGRAMACIÓN	SCORE	EN	EN	STATUS	SCORE
Elaboración	Permisación	ph en fermentación	12/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	DETERMINACIÓN DE PH EN MOSTO, MUESTRAS DE PROCESO, PRODUCTO TERMINADO Y AGUA	ABInBev	12/05/2024	MILDA VASQUEZ	JUAN CARLOS ALARCÓN	Operario de Botegas	Calidad	Desempeño de Calidad	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Permisación	ph en fermentación	25/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	DETERMINACIÓN DE PH EN MOSTO, MUESTRAS DE PROCESO, PRODUCTO TERMINADO Y AGUA	ABInBev	25/05/2024	CARLA MOSCOSO	EDWIN AGUIRRE	Operario de Botegas	Calidad	Desempeño de Calidad	Ejecutado	95	SI	NADE 2				
Elaboración	Permisación	ph en fermentación	19/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	DETERMINACIÓN DE PH EN MOSTO, MUESTRAS DE PROCESO, PRODUCTO TERMINADO Y AGUA	ABInBev	19/05/2024	MILDA VASQUEZ	Manuel Alarcón	Operario de Botegas	Calidad	Desempeño de Calidad	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Enfriamiento de Mosto	ph de mosto	30/05/2024	Revisión de tareas críticas	CI	ph de mosto	ABInBev	30/05/2024	MILDA VASQUEZ	Entrenamiento	Operario de Botegas	Calidad	PO-BCI	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Enfriamiento de Mosto	ph de mosto	30/05/2024	Revisión de tareas críticas	CI	ph de mosto	ABInBev	30/05/2024	MILDA VASQUEZ	YURI GUTIERREZ	Operario de Botegas	Calidad	PO-BCI	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Enfriamiento de Mosto	ph de mosto	30/05/2024	Revisión de tareas críticas	CI	ph de mosto	ABInBev	30/05/2024	MILDA VASQUEZ	Alejandra Torres	Operario de Botegas	Calidad	PO-BCI	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Cerveza en BOT	ph	09/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	ph	ABInBev	09/05/2024	MILDA VASQUEZ	Balduino Araya	Operario de Botegas	Calidad	Proceso Capacidad	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Cerveza en BOT	ph	16/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	ph	ABInBev	16/05/2024	MILDA VASQUEZ	Carmita Sagura	Operario de Botegas	Calidad	Proceso Capacidad	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Cerveza en BOT	ph	23/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	ph	ABInBev	23/05/2024	MILDA VASQUEZ	JOSÉ LUIS SANCHEZ	Operario de Botegas	Calidad	Proceso Capacidad	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Final de maduración	ph	28/04/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	ph	ABInBev	28/04/2024	MILDA VASQUEZ	Francis Vapora	Operario de Botegas	Calidad	Proceso Capacidad	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Permisación	ph levadura	29/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	ph levadura	ABInBev	29/05/2024	MILDA VASQUEZ	Manuel Alarcón	Operario de Botegas	Calidad	BSQ	Ejecutado	100	No	NADE 2				
Elaboración	Permisación	ph levadura	25/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	MECION DE PH DE LEVADURA	ABInBev	25/05/2024	CARLA MOSCOSO	JUAN CARLOS ALARCÓN	Operario de Botegas	Calidad	BSQ	Ejecutado	95	SI	NADE 2				
Elaboración	Permisación	ph levadura	25/05/2024	Revisión de tareas críticas	RCI	MECION DE PH DE LEVADURA	ABInBev	25/05/2024	CARLA MOSCOSO	EDWIN AGUIRRE	Operario de Botegas	Calidad	BSQ	Ejecutado	94	SI	NADE 2				

Fuente: Elaboración propia.

Check list capacidades Completada la capacitación del operador, se debe evaluar las capacidades del mismo respecto a la capacitación dada, para lo cual se hace uso del siguiente formato mostrado en las figuras 85 a 86. Dicha evaluación asegura y determina si el operario se encuentra habilitado para realizar determinada actividad o análisis. La mínima nota admisible para habilitar al operario es 100%.

Figura 85

Gerenciador de DTO's de área de elaboración I.

 FORMULARIO DE DIAGNÓSTICO DEL TRABAJO OPERATIVO 			
Instalación: _____ Departamento: _____ SOP/SAM/SWI/Título del Método: _____ Evaluador: _____	Fecha del DTO : _____ SOP/SAM/SWI #: _____ Realizador de la Tarea: _____ Puntuación de Autonomía SKAP en este Puesto de Trabajo: _____	Fecha en que el ejecutor de la tarea recibió la última formación sobre este SOP/SAM/SWI: _____	
Pasos Críticos de la Tarea	Peso	Ok?	Desviación y Acción(s) Correctiva(s) Inmediata(s) Tomada(s)
Tema: Seguridad			
SEGURIDAD: La SOP/SAM/SWI norma alerta al usuario de los peligros y riesgos, y describe los PPE o EPI necesarios para la zona de trabajo, el equipo y los productos químicos necesarios, así como cualquier otro procedimiento de seguridad pertinente (por ejemplo, LOTOTO, Permisos de trabajo, etc.).	5	Si	
SEGURIDAD: ¿Se utiliza el PPE o EPI correcto en la zona de trabajo durante la realización de la tarea?	10	Si	
SEGURIDAD: ¿Se dispone de una evaluación de riesgos actualizada para el proceso?	5	Si	
SEGURIDAD: ¿Se cumplen por completo todos los requisitos de la ES indicados en el SOP/SAM/SWI (incluidos los subproductos y la eliminación de residuos)?	10	Si	
Tema: Mantenimiento, Equipos y Recursos			
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: ¿Se dispone de las herramientas, materiales y equipos necesarios y están en buenas condiciones de funcionamiento?	5	Si	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: ¿Se ha realizado una inspección visual de cada una de las áreas de proceso en las que se realiza la tarea para comprobar la organización, la limpieza y las condiciones de las instalaciones, y se ha detectado algún problema (estándar 5's, check list de laboratorios y métodos de calidad)?	5	Si	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: ¿Se utiliza el equipo especificado en el SOP/SAM/SWI?	5	Si	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: Para todos los SOP/SAM/SWI de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente que incluyan reactivos: ¿Los reactivos utilizados son los especificados en el SOP/SAM/SWI?	5	Si	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente que incluyan reactivos: ¿Están los reactivos en la concentración especificada en el SOP/SAM/SWI?	5	N/A	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: Para todos los SOP Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente, y cuando sea aplicable a otros SOP: ¿Se ha calibrado y verificado (si aplica) el equipo?	5	N/A	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente, y cuando sea aplicable a otros: ¿Se documentan las calibraciones y verificación (si aplica) con la frecuencia especificada en el SOP?	10	N/A	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente, y cuando sea aplicable a otros SOP: ¿Se realizan correctamente los PM (Planes de Mantenimiento)?	25	N/A	
MITO, EQUIPOS Y RECURSOS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente, y cuando sea aplicable a otros SOP: ¿Se realizan los PMs (Planes de Mantenimiento) con la frecuencia requerida y con la documentación adecuada para apoyarlos?	25	N/A	
Nota: PTS, SAP, Gestión visual en laboratorio y ETO y semáforo metrológico			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 86

Gerenciador de DTO's de área de elaboración II.

Tema: Impacto de los SOP/SAM/SWI, Calidad del Contenido, Historia y Control de Versiones			
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿Puede el ejecutor de la tarea describir qué KPIs o PIs se ven afectados por esta tarea y su ejecución es coherente?	10	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿La SOP/SAM/SWI es sencilla, fácil de entender y facilita la realización de la tarea?	15	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿Está la SOP/SAM/SWI actualizada (control de documentos) en cuanto a su última fecha de revisión en comparación con los requisitos de revisión de los SOP/SAM/SWI? (por ejemplo, si se trata de un SOP/SAM/SWI crítico, debe ser revisado anualmente)	10	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿Había versiones anteriores en la zona de trabajo?	10	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿Está el SOP/SAM/SWI y sus referencias disponibles en un lugar conocido, registrado y controlado en el sistema de gestión de documentos SOP/SAM/SWI (por ejemplo, Acadia)?	5	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: Si es aplicable a este SOP/SAM/SWI: ¿Puede el ejecutor de la tarea localizar y está familiarizado con el plan de reacción para los resultados fuera de control?	5	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿Puede el ejecutor de la tarea localizar el SOP/SAM/SWI/SAM/SWI en el sistema de gestión de documentos SOP/SAM/SWI (por ejemplo, Acadia, Documentos impresos SAM)?	5	Si	
CALIDAD DEL CONTENIDO, HISTORIA Y CONTROL DE VERSIONES: ¿Está disponible el anterior DTO?	5	Si	
En caso afirmativo, ¿se repite algún hallazgo y el operador conoce sus brechas?	20	Si	

Figura 87

Gerenciador de DTO's de área de elaboración III

Tema: Desempeño de Tareas			
DESEMPEÑO DE TAREAS: ¿El ejecutor de la tarea realiza el trabajo: 1) sigue correctamente las instrucciones del SOP/SAM/SWI?	25	Si	
Número Total de Pasos en el SOP/SAM/SWI: 5 2) sigue la secuencia de los pasos del SOP/SAM/SWI (no se salta los pasos ni se sale del orden)?	25	Si	
Pasos completados: 5			
DESEMPEÑO DE TAREAS: ¿Está el ejecutor de la tarea capacitado para cumplir con la SOP/SAM/SWI?	20	Si	
DESEMPEÑO DE TAREAS: ¿Puede el ejecutor de la tarea cumplir con el tiempo definido en la SOP/SWI?	25	Si	
Nota: Si se cumple en menor tiempo identificar si se ejecuta con un mejor práctica o hay una brecha en la ejecución del estándar			
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Se ha reaccionado en consecuencia a los resultados anteriores fuera de especificación, incluyendo el manejo de los datos (por ejemplo, tipos de código, supresiones, eliminaciones) de acuerdo con los requisitos de los SOP/SAM/SWI?	15	N/A	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Se realizan los controles con la frecuencia especificada?	10	N/A	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP/SAM/SWIs de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Se están trazando los controles?	10	Si	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Hay pruebas de que se está reaccionando a las desviaciones del gráfico de control según el SOP/SAM/SWI?	15	Si	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Está el ejecutor de la tarea familiarizado con los criterios específicos para la verificación de datos, y está manejando correctamente los controles fuera de especificación, siguiendo las Reglas de Verificación cuando sea aplicable)?	10	N/A	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Se realiza la recogida de muestras de acuerdo con el SOP/SAM/SWI?	10	N/A	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP/SAM/SWIs de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Se demuestra que el ejecutor de la tarea está tomando decisiones apropiadas mediante el uso de planes de reacción y la forma en que se comunican los datos?	15	No	
DESEMPEÑO DE TAREAS: Para todos los SOP/SAM/SWI de Métodos de Calidad/Calidad en la Fuente: (Se hace un seguimiento del cumplimiento de la frecuencia mínima de muestreo (por ejemplo, visual en gráficos de puntos, métrica específica)?	10	N/A	
Tema: Competencia en Habilidades			
Evalúe el nivel de destreza del ejecutor de la tarea utilizando los 3 aspectos siguientes. Elija el nivel que corresponda.			Observaciones
Competencia en Habilidades: Calidad	5 -Tarea completada con problemas vitales para calidad; dañado producto/equipo en manipulación	25	
	10 -Tarea completada con gran problema para calidad; riesgo medio de producto dañado, necesidad de limpiar/retirar el equipo		
	15 -Tarea completada con pocos problemas de calidad; probable no dañado producto/equipo, pudo hacerlo mejor		
	20 -Tarea completada con calidad casi perfecta; probable haya dañado el producto/equipo		
	25 -Tarea completada con mayor calidad de trabajo posible; sin daños al producto		
Resultados de DTO			
Puntos obtenidos		280	
Puntos posibles		295	
Puntuación		95%	
Asunto: Requisitos Adicionales de Entrenamiento			
¿Se requiere el desarrollo de nuevas habilidades?			Fecha del Entrenamiento
Sugerencias del ejecutor de la tarea		Sugerencias del evaluador	
Firma del ejecutor de la tarea:		Firma del evaluador	

Fuente: Elaboración propia.

Credenciales de habilitación para la realización de análisis. Como un paso final en el proceso de las DTO se tiene la generación de una credencial para el personal capacitado, en el cual lleva un código QR que direcciona al Gerenciador de DTO's como evidencia de que este se encuentra capacitado para realizar análisis.

Figura 88

Carnet de habilitación del operador



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

- La implementación de un proceso estándar de envasado y muestreo de la cerveza de referencia ayuda a garantizar la estabilidad de los parámetros fisicoquímicos, reduciendo la dispersión en las gráficas de control para mayor confiabilidad analítica.
- La implementación de un sistema de registros de mediciones para la BWC permitió el monitoreo constante de la confiabilidad de los equipos de laboratorio y equipos de las estaciones en las áreas productivas, permitiendo realizar el análisis y la toma de decisiones según los resultados y gráficas mostradas. Tanto en acciones de mejora continua para la exactitud analítica y datos de las muestras del proceso real.
- Los análisis estadísticos realizados a los datos medidos en todas las ETO's respecto a la BWC permitió identificar Oportunidades de Mejora en cuanto a las capacidades analíticas del personal operativo, brindando el orden de prioridades en cuanto a la realización de capacitaciones, retroalimentaciones y evaluaciones.
- La implementación del sistema de aseguramiento de la calidad en la fuente, mediante la aplicación de DTO's y SOP's, en conjunto con el sistema de la BWC permitió tener un mejor control de la confiabilidad analítica en las estaciones operativas de trabajo.

Recomendaciones

- De acuerdo con la verificación de los índices de capacidad en las estaciones operativas de trabajo, se recomienda verificar esencialmente equipos de tipo Alcoalyzer, centrando sus medidas de alcohol en volumen, ya que las diferencias en lecturas de los equipos podrían llevar a desviaciones en la lectura de las muestras reales del proceso desde fermentación hasta producto terminado.
- Se recomienda verificar los equipos usados para la medida de la BWC en las estaciones de filtración y fermentación con retroalimentación al personal operario de estas estaciones por sus bajos índices de capacidad tras su análisis de la BWC.
- El análisis de capacidad realizado en las estaciones de filtro y cocinas dio resultados índices de capacidad superiores a 1, por lo que no se espera la ocurrencia frecuente de medidas erróneas, pero hace necesario la verificación constante de los equipos de calidad y retroalimentación a los operarios que los usan.

Bibliografía

- AB InBev, (2018). Comunicado de prensa ABInBev. Obtenido de http://cognos.bmv.com.mx/docs-pub/8kmateri/8kmateri_850641_1.pdf
- Backus, (2024). Proceso de elaboración de cerveza.
- Cerveceros de España, (2021). Libro Blanco de la cerveza. Madrid, España.
- Edhasa, (2018). Maestro cervecero. Guía para elaborar tu propia cerveza.
- Espejo Tumiri, C. M., (2014). Optimización del tiempo y temperatura en los procesos de cocción y fermentación para la elaboración de cerveza doble malta.
- Garcia Olmedo, F., (2016). El malteo de la cebada.
- Granada Diaz, H. A., & Salamanca Groso, G., (2020). Cinética del proceso de fermentación de mostos en la producción de cerveza.
- Kunze, W., (2006). Tecnología para cerveceros y malteros. Berlín, Alemania.
- Merele Espinar, G. R., & Zuñiga Tapia, J. G. (2013). Diseño y construcción de un equipo con adaptación de tecnología para elaboración de cerveza artesanal.
- Monge Flores, A. E., (2016). Cambios en las condiciones de proceso de una cerveza artesanal de la empresa Treintaycinco Fábrica de Cervezas para obtener un producto con una mejor coloración y la densidad relativa final requerida.
- Verdú Gisbert, M., (2016). Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza.