



Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL SENSORIAL DE CERVEZA
APLICANDO LA METODOLOGÍA DE CICLO DE MEJORA
CONTINUA PDCA.**

Previo la obtención del Título de:

Magister en Gestión de Procesos y Seguridad de los Alimentos

Presentado por:

Paola Jenniffer Cajamarca Ponce

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Con todo mi amor y gratitud, dedico este trabajo a mi madre, Yolanda Ponce, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza y dedicación, a mi esposo, y a mis hijos, Rafael y Noé, quienes son mi inspiración y la razón de mis esfuerzos diarios. Este logro es para ustedes.

Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios, por ser mi fortaleza y guía; a mis padres, por sus valores y apoyo incondicional, y de manera especial a mi madre, Yolanda Ponce, ejemplo de amor y perseverancia.

A mi esposo, y a mis hijos Rafael y Noé, quienes son mi mayor inspiración y motivo para seguir adelante.

Extiendo también mi gratitud a mi guía de proyecto, Nolberto Beltrán, por su orientación y compromiso en cada etapa de este proceso.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, me brindaron su apoyo y confianza, haciendo posible la culminación de este trabajo.

Declaración Expresa

Yo, Paola Cajamarca Ponce acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor del proyecto de graduación corresponderá al autor, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor. El estudiante deberá procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 10 del 2025.

Paola Cajamarca Ponce

Evaluadores

Patricio Cáceres Costales PhD

Profesor de Materia

Priscila Castillo Soto MSc

Tutor de proyecto

Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo caracterizar el perfil sensorial de la cerveza mediante la aplicación de la metodología de ciclo de mejora continua PDCA (Plan-Do-Check-Act). La investigación surge debido a la necesidad de garantizar productos consistentes y de alta calidad en la industria cervecera, donde pequeñas variaciones en aroma, sabor, cuerpo y apariencia pueden afectar significativamente la aceptación del consumidor (García & López, 2019; Pérez et al., 2020). Se propone un enfoque experimental descriptivo, utilizando paneles de catadores entrenados y escalas hedónicas para evaluar los atributos sensoriales, integrando los resultados en las fases de planificación, ejecución, verificación y ajuste del ciclo PDCA (Deming, 1986; Pérez & Gómez, 2019). La implementación de esta metodología permite identificar desviaciones, establecer acciones correctivas y optimizar la calidad percibida de la cerveza. Los hallazgos del estudio aportan herramientas prácticas para la mejora continua en procesos de producción y contribuyen al desarrollo de cervezas con perfiles sensoriales más consistentes, incrementando la satisfacción del consumidor y la competitividad del producto en el mercado. Este trabajo ofrece una guía metodológica replicable para cervecerías que buscan estandarizar sus procesos mediante un enfoque científico y sistemático.

Palabras clave: cerveza, perfil sensorial, análisis sensorial, PDCA, mejora continua.

Abstract

This thesis aims to characterize the sensory profile of beer by applying the PDCA (Plan-Do-Check-Act) continuous improvement cycle methodology. The research arises from the need to guarantee consistent, high-quality products in the beer industry, where small variations in aroma, flavor, body, and appearance can significantly affect consumer acceptance (García & López, 2019; Pérez et al., 2020). A descriptive experimental approach is proposed, using trained beer sensor panel and hedonic scales to evaluate sensorial attributes, integrating the results into the planning, execution, verification, and adjustment phases of the PDCA cycle (Deming, 1986; Pérez & Gómez, 2019). The implementation of this methodology allows for the identification of deviations, the establishment of corrective actions, and the optimization of the flavor and quality the beer. The study's findings provide practical tools for continuous improvement in production processes and contribute to the development of beers with more consistent sensory profiles, increasing consumer satisfaction and the product's competitiveness in the marketplace. This work offers a replicable methodological guide for breweries seeking to standardize their processes through a scientific and systematic approach.

Keywords: cerveza, perfil sensorial, análisis sensorial, PDCA, mejora continua.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	5
Abstract.....	6
Índice general	7
Índice de tablas	9
Índice de gráficos.....	10
Abreviaturas.....	11
Simbología.....	12
Capítulo 1	13
1. Introducción.....	14
1.1 Descripción del Problema.....	14
1.2 Justificación del Problema.....	15
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	17
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4 Marco teórico	17
2. Metodología	22
2.1 Formulación de alternativas de solución	22
2.2 Diseño conceptual.....	22
2.3 Metodología aplicada	23
2.3.1 Tipo de investigación	23
2.3.2 Población y muestra.....	23
2.3.3 Instrumentos de recolección de datos.....	23

2.3.4 Procedimiento	24
2.3.5 Método de análisis de datos.....	25
2.4 Justificación de la metodología	25
2.5 Especificaciones técnicas del producto.....	25
2.6 Consideraciones éticas y legales.....	26
2.7 Normativas y principios técnicos	26
2.8 Recursos.....	27
2.9 Cronograma	28
3. Pasos y resultados de la metodología	30
3.3 Análisis de costos	42
3.4 Viabilidad económica y tecnológica	43
3.5. Aporte académico y científico	44
4. Conclusiones y recomendaciones	46
4.1 Conclusiones.....	46
4.2 Recomendaciones	47
Referencias.....	48

Índice de tablas

Tabla 1. Evaluación del panel sensorial de la marca con resultados fuera de meta	30
Tabla 2. Evaluación del perfil sensorial de la cerveza antes del plan de mejora.....	32
Tabla 3 . Análisis estadístico descriptivo de las muestras evaluadas antes del plan de mejora.....	33
Tabla 4 . Análisis del 5 Por qué de las causas potenciales consideradas del fishbone	36
Tabla 5 . Planes de acción a ejecutar en el PDCA.....	37
Tabla 6. Evaluación del perfil sensorial de la cerveza luego del plan de mejora.....	38
Tabla 7. Análisis estadístico descriptivo de las muestras evaluadas luego del plan de mejora.....	39
Tabla 8. Resumen de costos asociados a la implementación.....	43

Índice de gráficos

Gráfico 1. Desempeño sensorial previo al proyecto.....	30
Gráfico 2. Pareto de defectos previo al proyecto.....	34
Gráfico 3. Fishbone de lluvia de ideas expuestas.....	35
Gráfico 4. Datos obtenidos del software de la cervecería.....	40
Gráfico 5. Resultado obtenido al final del proyecto.....	41
Gráfico 6. Herencia de mejora continua.....	42

Abreviaturas

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

PEIC: Planificación Estratégica de la Imagen Corporativa

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

ONU: Organización de las Naciones Unidas

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

IDH: Índice de Desarrollo Humano

PIB: Producto Interno Bruto

Simbología

%: Porcentaje

pH: Potencial de Hidrógeno

ml: Mililitro

g: Gramo

°C: Grados Celsius

μ : Media aritmética

σ : Desviación estándar

Capítulo 1

1. Introducción

La cerveza es una de las bebidas fermentadas más consumidas a nivel mundial, cuya calidad final depende no solo de los ingredientes y procesos de elaboración, sino también de las percepciones sensoriales que experimenta el consumidor. En este contexto, la evaluación sensorial se ha consolidado como una herramienta fundamental para garantizar y mejorar la aceptación del producto en el mercado.

El perfil sensorial de una cerveza que incluye atributos como aroma, sabor, cuerpo, color y amargor permite identificar características deseables o defectos potenciales, facilitando decisiones técnicas en la producción. Sin embargo, en muchos casos, las pequeñas cervecerías carecen de un enfoque sistemático para controlar y mejorar estos aspectos sensoriales.

En este proyecto se propone la aplicación del ciclo de mejora continua PDCA ("Planificar, Hacer, Verificar y Actuar") como una metodología estructurada para caracterizar y optimizar el perfil sensorial de una cerveza seleccionada. Este enfoque no solo permite una evaluación detallada y repetible, sino que también impulsa la mejora progresiva del producto mediante retroalimentación y control de calidad.

La integración de herramientas sensoriales con el ciclo PDCA representa una estrategia innovadora para lograr una mejora sostenida en la calidad de la cerveza, satisfaciendo las expectativas del consumidor y fortaleciendo la competitividad del producto en el mercado.

1.1 Descripción del Problema

La cervecería sudamericana actualmente tiene valores desviados de la meta sensorial propuesta al inicio del año por lo que se vió obligada a realizar un análisis de los detractores que están afectando sensorialmente el perfil de la cerveza, la cual está evaluada por los catadores del panel internacional. Los resultados evaluados son 7,71% siendo la meta 7,75%.

La industria cervecera enfrenta el desafío de mantener la consistencia y calidad sensorial de sus productos, especialmente en cervezas industriales donde pequeñas variaciones en ingredientes, procesos o falta de conocimiento pueden alterar significativamente el perfil sensorial (García & López, 2019). A pesar de que muchas empresas aplican controles de calidad estándar, los atributos sensoriales como aroma, sabor, cuerpo y color no siempre se evalúan de manera sistemática, lo que puede afectar la percepción del consumidor y la competitividad del producto en el mercado (Pérez et al., 2020). La falta de un enfoque estructurado para analizar y mejorar continuamente el perfil sensorial limita la capacidad de optimizar el producto de forma objetiva, generando incertidumbre sobre la aceptación y consistencia de la cerveza.

1.2 Justificación del Problema

La problemática identificada es de gran relevancia, ya que la desviación en los valores sensoriales impacta directamente en la percepción de calidad de la cerveza por parte de los catadores internacionales y, en consecuencia, en la imagen de la marca frente al mercado global. Aunque la diferencia entre la meta establecida (7,75%) y el resultado obtenido (7,71%) puede parecer mínima, en la industria cervecera incluso

variaciones pequeñas son significativas, pues afectan la consistencia del producto y la confianza del consumidor.

Los resultados estadísticos obtenidos en la etapa inicial mostraron medias cercanas a 7,70 con desviaciones estándar entre 0,10 y 0,12, evidenciando una dispersión notable en las valoraciones emitidas por los panelistas. Esta variabilidad refleja una falta de uniformidad en la percepción sensorial de las muestras y, por tanto, una inestabilidad en los atributos evaluados. Dichos resultados respaldan la necesidad de establecer un plan estructurado de mejora continua que permita reducir la dispersión de los datos, optimizar el control sensorial y fortalecer la calidad percibida del producto final.

Actualmente, la falta de un control estructurado sobre los atributos sensoriales genera riesgos como:

- Disminución de la competitividad frente a otras marcas que mantienen un perfil más estable.
- Pérdida de fidelidad de los consumidores, quienes perciben cambios en sabor, aroma o cuerpo.
- Afectación de la reputación en evaluaciones de paneles internacionales, que influyen en la posición de la marca en mercados exigentes.

La importancia de atender este problema radica en que la calidad sensorial es uno de los factores decisivos en la aceptación y permanencia de una cerveza en el mercado. Una gestión deficiente en este aspecto compromete no solo los resultados comerciales inmediatos, sino también la sostenibilidad y crecimiento futuro de la cervecería en un entorno altamente competitivo. En este contexto, aplicar metodologías de mejora continua que permite detectar desviaciones, implementar medidas correctivas y

optimizar procesos productivos, asegurando un perfil sensorial más consistente y competitivo (Deming, 1986; Smith & Johnson, 2021; Pérez & Gómez, 2019).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer un perfil sensorial de la cerveza con baja variabilidad, logrando una consistencia en las características sensoriales (sabor, aroma, color, etc.) que permita la sostenibilidad de dichas características a lo largo de diferentes lotes, garantizando la estabilidad sensorial del producto.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Asegurar la repetibilidad de los resultados sensoriales de la cerveza, cumpliendo con las normativas y estándares internacionales de calidad, para garantizar que el producto final mantenga las características deseadas de manera consistente a lo largo del tiempo.
2. Aplicar la metodología PDCA para establecer un plan de mejora continua que permita mejorar el perfil sensorial y reducir las desviaciones detectadas.

1.4 Marco teórico

El análisis sensorial se ha consolidado como una herramienta fundamental en la industria alimentaria, ya que permite evaluar de manera objetiva las características percibidas por los consumidores mediante los sentidos (Stone & Sidel, 2015). En el caso de la cerveza, el perfil sensorial abarca atributos como aroma, sabor, cuerpo, amargor,

carbonatación y apariencia, los cuales determinan en gran medida la aceptación del producto en el mercado (García & López, 2019).

El desarrollo de un perfil sensorial de cerveza posibilita la caracterización detallada de sus atributos, la identificación de variaciones entre lotes y la detección de posibles desviaciones en la calidad (Pérez et al., 2020). Estos análisis pueden realizarse a través de paneles de catadores entrenados o consumidores habituales, quienes valoran los atributos mediante escalas descriptivas o hedónicas (Rodríguez & Pérez, 2018). El uso de metodologías estandarizadas en el análisis sensorial es crucial para obtener resultados confiables y comparables que respalden la toma de decisiones en la producción.

Por otro lado, la metodología PDCA (Plan-Do-Check-Act), propuesta por W. Edwards Deming, constituye un ciclo de mejora continua orientado a optimizar procesos de manera sistemática (Deming, 1986). Su aplicación en la industria alimentaria permite planificar acciones de mejora, ejecutarlas, evaluar sus resultados y establecer ajustes que retroalimenten el proceso (Pérez & Gómez, 2019). Integrar el ciclo PDCA en el análisis sensorial de cerveza facilita una gestión más eficiente de la calidad, ya que cada resultado obtenido puede convertirse en un punto de partida para nuevas mejoras.

La combinación del análisis sensorial con métodos estadísticos ofrece una metodología robusta para garantizar productos consistentes, estandarizar la calidad y responder a las demandas de consumidores cada vez más exigentes (Smith & Johnson, 2021). Esta integración no solo contribuye al desarrollo de cervezas con perfiles sensoriales mejor definidos, sino que también fortalece la competitividad de las cervecerías en el mercado.

El análisis sensorial, además de ser una herramienta técnica, tiene un fuerte componente científico, ya que se basa en la interpretación fisiológica y psicológica de los estímulos percibidos por los sentidos del gusto, olfato, vista, tacto y oído (Lawless & Heymann, 2010). Su aplicación en la industria cervecera permite evaluar la calidad final del producto y mantener la coherencia entre los diferentes lotes de producción (Meilgaard et al., 2016).

En este contexto, los métodos sensoriales se dividen en tres categorías principales: pruebas discriminativas, que determinan si existen diferencias perceptibles entre muestras; pruebas descriptivas, que caracterizan los atributos del producto; y pruebas afectivas o hedónicas, que evalúan la aceptación del consumidor (ISO 8586:2012). Esta clasificación permite seleccionar la metodología adecuada según el objetivo del análisis, asegurando evaluaciones más confiables.

Además, la estandarización de las condiciones bajo las cuales se realizan las pruebas sensoriales es fundamental. Normas internacionales como la ISO 8589:2010 establecen lineamientos sobre la iluminación, el color de las cabinas, el control de olores ambientales y la preparación de las muestras, factores que garantizan la objetividad en la percepción de los catadores.

Por otra parte, el ciclo PDCA se ha convertido en una herramienta esencial dentro de los sistemas de gestión de la calidad. En la fase Plan, se identifican las oportunidades de mejora y se definen los objetivos; en Do, se ejecutan las acciones planificadas; en Check, se verifican los resultados y se comparan con los estándares; y finalmente, en Act, se implementan las mejoras o correcciones necesarias (Hernández & Torres, 2020). Este enfoque sistemático permite mantener el control del proceso y fomentar la mejora continua dentro de las operaciones productivas.

La integración del PDCA con el análisis sensorial permite establecer un sistema de retroalimentación constante. Cada evaluación sensorial se convierte en una fuente de información útil para ajustar parámetros del proceso, mejorar la estabilidad del producto y fortalecer la satisfacción del consumidor (Bamforth, 2017).

Finalmente, el análisis sensorial también desempeña un papel clave en la innovación y desarrollo de nuevos productos. A través de la evaluación de preferencias, se pueden ajustar formulaciones, equilibrar sabores y definir perfiles sensoriales que respondan a las tendencias del mercado (Santos & Lima, 2020). Este enfoque orienta a las cervecerías hacia una producción más competitiva y alineada con las expectativas de los consumidores.

Capítulo 2

2. Metodología

2.1 Formulación de alternativas de solución

Para abordar el problema de garantizar la consistencia y calidad sensorial de la cerveza, se evaluaron varias alternativas de solución. La primera consistió en realizar catas sensoriales sin aplicar ningún método de mejora continua lo cual permitió identificar diferencias entre lotes, pero carecía de un mecanismo para implementar ajustes sistemáticos. La segunda alternativa involucró paneles sensoriales combinados con análisis estadístico descriptivo ofreciendo información objetiva sobre los atributos de aroma, sabor, cuerpo y apariencia; sin embargo, no contemplaba un ciclo de retroalimentación que permitiera optimizar la producción de manera continua.

Finalmente, se evaluó la integración de paneles sensoriales con la metodología PDCA, lo cual permitió no solo identificar las características sensoriales de la cerveza, sino también establecer un ciclo de mejora continua que guiará la implementación de ajustes basados en evidencia (Deming, 1986; Pérez & Gómez, 2019). Tras un análisis comparativo de estas alternativas, se seleccionó la tercera, considerando que ofrecía un enfoque sistemático, replicable y alineado con estándares de calidad, asegurando la consistencia del producto y la satisfacción del consumidor.

2.2 Diseño conceptual

El diseño conceptual del estudio se estructuró como un diseño experimental descriptivo, integrando el ciclo PDCA en cada fase de evaluación sensorial. Se planificaron los atributos sensoriales a evaluar, se ejecutaron las catas de cerveza por panelistas entrenados, se verificaron los resultados mediante análisis estadístico descriptivo y se implementaron ajustes en los lotes para optimizar el perfil sensorial. Este diseño permitió caracterizar con detalle los atributos de aroma, sabor, cuerpo,

espuma y apariencia, así como evaluar el impacto de las acciones correctivas implementadas en la producción (Stone & Sidel, 2015; Pérez & Gómez, 2019). Además, se establecieron criterios de control que aseguraron la replicabilidad del estudio y la validez de los resultados.

2.3 Metodología aplicada

2.3.1 Tipo de investigación

La investigación se desarrolló como experimental descriptiva, enfocada en la caracterización de los atributos sensoriales de la cerveza y en la evaluación de la efectividad de la metodología PDCA para la mejora continua del producto. Este enfoque permitió analizar de manera objetiva las percepciones de los panelistas y establecer relaciones causales entre los ajustes realizados y los cambios observados en la calidad sensorial (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

2.3.2 Población y muestra

Se definió como población a panelistas entrenados en cata de cerveza, quienes participaron en las sesiones sensoriales. La muestra consistió en 15 panelistas seleccionados mediante muestreo por conveniencia, considerando disponibilidad y experiencia previa en evaluación sensorial. Cada panelista evaluó los atributos definidos en el software de perfil sensorial siguiendo protocolos estandarizados, garantizando la consistencia y confiabilidad de los datos recogidos.

2.3.3 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó el software de evaluación sensorial que se tiene en el grupo cervecero para registrar los atributos de aroma, sabor, cuerpo, amargor, espuma y apariencia. Además, se implementaron escalas hedónicas de 9 puntos para medir el nivel de

aceptación de cada lote de cerveza. Los datos fueron registrados y procesados mediante software estadístico ANOVA para realizar análisis descriptivo y comparativo de la cervecería, evaluando la efectividad de las acciones de mejora y la consistencia entre lotes (Stone & Sidel, 2015; Rodríguez & Pérez, 2018). Se consideraron variables tanto cualitativas, como la preferencia de los consumidores y la clasificación de los lotes, como cuantitativas, incluyendo los puntajes obtenidos en los atributos sensoriales (sabor, aroma, color, cuerpo, entre otros). Esta combinación de variables permitió realizar un análisis integral de la aceptación y consistencia entre lotes, utilizando estadísticos descriptivos adecuados al tipo de datos recolectados.

2.3.4 Procedimiento

El método seleccionado para el desarrollo de esta investigación es el ciclo PDCA (Plan–Do–Check–Act), una herramienta de mejora continua propuesta por Deming (1986) y ampliamente utilizada en procesos industriales, la misma que consiste en:

1. Plan (Planificar): Se definieron los atributos sensoriales a evaluar, los protocolos de cata y los criterios de análisis. Se diseñaron hojas de registro estandarizadas y se establecieron los lotes de cerveza a evaluar.
2. Do (Hacer): Se realizaron las catas por parte de los panelistas, registrando los resultados obtenidos para cada atributo sensorial.
3. Check (Verificar): Se analizaron los datos obtenidos, comparándolos con estándares de calidad preestablecidos. Se identificaron desviaciones y oportunidades de mejora en el perfil sensorial de los lotes.
4. Act (Actuar): Se implementaron ajustes en los procesos de producción según los hallazgos. El ciclo se repitió para evaluar la efectividad de las acciones y optimizar la calidad de la cerveza de manera continua (Deming, 1986; Pérez & Gómez, 2019).

2.3.5 Método de análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva, empleando medidas de tendencia central y de dispersión para caracterizar los atributos evaluados. Asimismo, se aplicaron análisis comparativos entre lotes mediante el software integrado a las cervecerías del grupo cervecero y que califica cualitativa y cuantitativamente, lo que permitió representar gráficamente los resultados y facilitar la interpretación para la toma de decisiones (García & López, 2019).

2.4 Justificación de la metodología

La elección de la metodología combinada de análisis sensorial con PDCA se justificó debido a su capacidad para generar información objetiva, replicable y sistemática. Este enfoque permitió identificar desviaciones en los atributos sensoriales, implementar acciones correctivas y garantizar la consistencia del producto, lo que contribuyó directamente a la satisfacción del consumidor y a la competitividad de la cervecería. Además, la metodología ofreció un marco para evaluar la efectividad de las acciones de mejora, asegurando que los resultados fueran consistentes y verificables (Smith & Johnson, 2021).

2.5 Especificaciones técnicas del producto

Estos atributos están basados en el bloque técnico de evaluación sensorial de la normativa interna que evalúan a 140 plantas pertenecientes al grupo cervecero.

Aroma: Intensidad, tipo y permanencia de la fragancia percibida.

Sabor: Equilibrio entre amargor, dulzor y acidez.

Cuerpo: Densidad, viscosidad y sensación en boca.

Espuma: Efervescencia, sensación burbujeante y nivel de adherencia al recipiente.

Apariencia: Color, claridad y consistencia visual del producto.

Estas especificaciones nos permitirán estandarizar la evaluación sensorial y establecer parámetros objetivos para la mejora continua del producto.

2.6 Consideraciones éticas y legales

Se respetó la confidencialidad y el consentimiento informado de todos los panelistas que participaron en el estudio. Los datos obtenidos se utilizaron exclusivamente con fines académicos y no se compartieron fuera del contexto de investigación. Asimismo, se cumplieron las normas de seguridad y manipulación de alimentos, garantizando la integridad de los participantes y la validez de los resultados obtenidos. Todas las actividades se realizaron siguiendo protocolos de ética investigativa y las regulaciones legales aplicables a la manipulación de alimentos en entornos de laboratorio.

2.7 Normativas y principios técnicos

Para garantizar la validez y confiabilidad de la investigación, se consideraron normativas de evaluación sensorial de alimentos y bebidas, incluyendo los estándares de la Organización Internacional de Normalización (ISO 8586:2012) para paneles de catadores y la normativa de higiene alimentaria vigente en Ecuador. Se aplicaron principios técnicos relacionados con la preparación de muestras, condiciones de cata, normativas internas de la industria cervecera y registro de resultados, asegurando que los datos fueran consistentes y comparables entre los diferentes lotes evaluados (Stone & Sidel, 2015; García & López, 2019).

Asimismo, la aplicación del ciclo PDCA (Plan–Do–Check–Act) se desarrolló de manera estructurada a lo largo de las doce semanas de ejecución del proyecto, siguiendo

los lineamientos establecidos en el cronograma. En la fase Plan (Planificar) se describió el problema, se evaluaron las métricas actuales y se diseñó el plan de acción, estableciendo los atributos sensoriales, criterios de evaluación y procedimientos de cata. En la etapa Do (Hacer) se llevaron a cabo las corridas de datos, las pruebas sensoriales con el panel de catadores y la identificación de oportunidades de mejora mediante herramientas como el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa. La fase Check (Verificar) comprendió el análisis de los resultados tabulados en el software sensorial, evaluando la eficacia de las acciones implementadas y contrastando los datos con los estándares definidos. Finalmente, en la etapa Act (Actuar) se establecieron e implementaron los planes de acción sobre las causas potenciales detectadas, realizando una nueva evaluación sensorial posterior a la ejecución de las mejoras. Esta secuencia permitió garantizar la trazabilidad de las acciones, la validez de los resultados y la mejora continua del proceso evaluado, en coherencia con los principios técnicos de calidad y control establecidos por Deming (1986) y Pérez y Gómez (2019).

2.8 Recursos

La investigación requirió de recursos humanos, materiales y tecnológicos. Los recursos humanos incluyeron a los panelistas entrenados y al equipo investigador. Los recursos materiales abarcaron las muestras de cerveza, copas estandarizadas, hojas de evaluación sensorial y espacios adecuados para las catas. En cuanto a los recursos tecnológicos, se emplearon equipos de cómputo, software estadístico y herramientas de procesamiento de datos.

2.9 Cronograma

El cronograma de la investigación se desarrolló en un periodo de 12 semanas considerando seguir los pasos descritos en el formato PDCA distribuidos de la siguiente manera:

Paso 1: Describir el problema y evaluación de las métricas actuales, requeridas y planear.

Paso 2: Realizar una corrida de datos para identificar resultados reales, poner en práctica el panel sensorial y con los resultados obtenidos determinar oportunidades.

Paso 3: Evaluar las cervezas mediante panel sensorial.

Paso 4: Segregar defectos con mayor peso en el Pareto.

Paso 5: Realizar un Fishbone de las causas que arrojó el Pareto y mediante lluvia de ideas encontrar los causales.

Paso 6: Realizar 5 por qué de las causas potenciales consideradas del fishbone.

Paso 7: Establecer planes de acción sobre las causas potenciales encontradas en el paso anterior.

Paso 8: Realizar una nueva evaluación sensorial luego de ejecutar el plan de acción.

Paso 9: Recopilar los datos obtenidos del software y tabular la data a fin de determinar si hubo mejoras considerando el nuevo Pareto.

Paso 10: En este paso el coordinador/líder del proyecto debe revisar los resultados arrojados luego del plan de acción que en el caso de no ser satisfactorios se deberá volver a correr los pasos que componen el PDCA, en este tipo de proyectos seguir con los pasos descritos garantiza la efectividad de los resultados.

Paso 11: Herencia, es el resumen del proyecto y que muestra los pasos accionados en cada etapa y nos da pautas para seguir mejorando en el tiempo.

Capítulo 3

3. Pasos y resultados de la metodología.

La aplicación de la metodología PDCA nos permite obtener resultados tangibles siguiendo cada uno de los pasos definidos en la metodología detallados a continuación:

Paso 1. Describir el problema y evaluación de las métricas actuales y requeridas y planear.

En una cervecería se evidenciaron resultados que se apartan de la meta establecida para el año 2025, por lo que se coordinó con los responsables del área sensorial para analizar las oportunidades de mejora. En esta fase se determinó la conformación de un equipo multidisciplinario integrado por personal operativo y especialistas con experiencia en el área.

Tabla 1. Evaluación del panel sensorial de la marca con resultados fuera de la meta

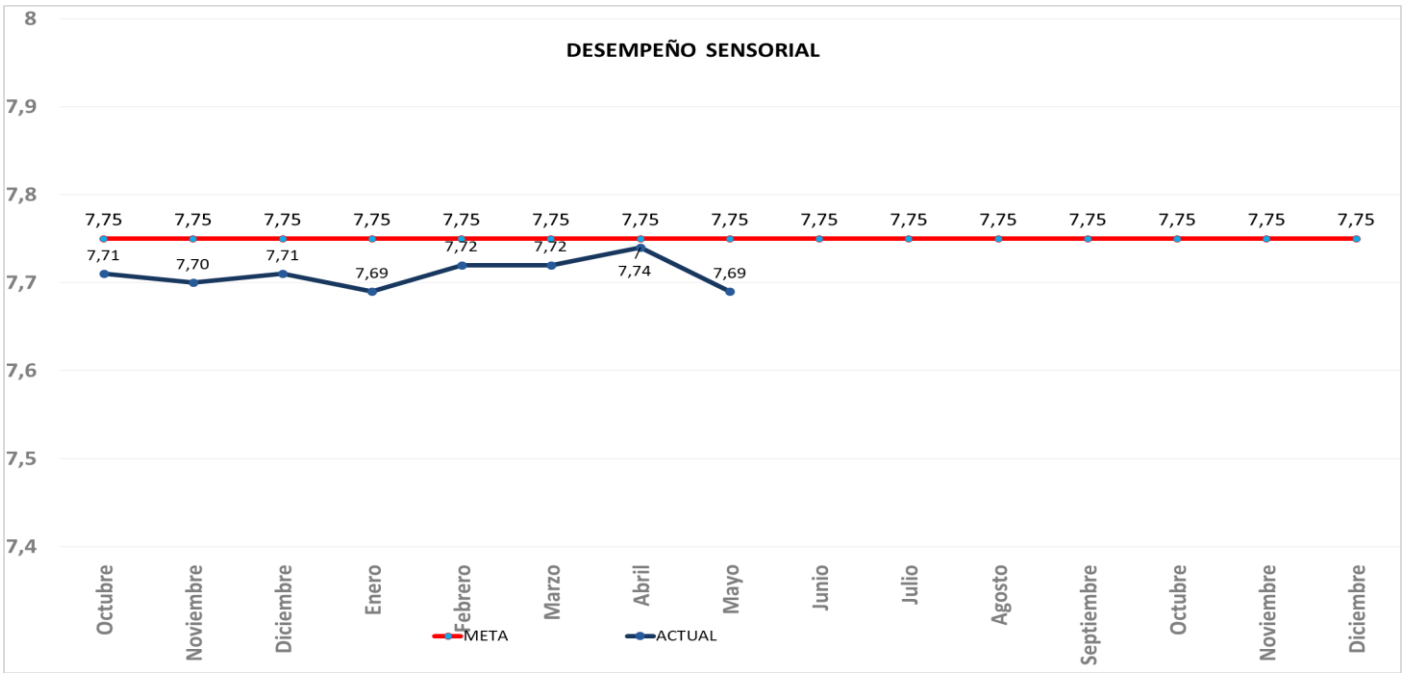
Métricas, fechas y líder	Calificación de Panel Sensorial x Marca/ # Marcas enviadas a Panel Sensorial		
	7,71	A (Valor):	7,75
	1-Jun	UNIDAD DE MEDIDA:	Unidades
	CND	MEJORA:	higher
	Director del proyecto	FACILITADOR/LÍDER:	Cerveceros de planta
PARTICIPANTES			
PARTICIPANTES LOCALES	Gerente de Planta	PAPEL/RESPONSABILIDAD	Dueño del proyecto
	Coordinador de proyecto		Maestro Cerveceros/dueno de proceso
	Coordinador 2 del proyecto		Experto Sensorial
RECURSOS EXTERNOS	Director Zonal	PAPEL/RESPONSABILIDAD EN ESTE EQUIPO:	Experto en producción
	Personal externo		Consultor
	Consultor externo		Experto en método PDCA
Fecha de la reunión inicial:		Reunión de revisión de rutina:	Semanal
Fecha de finalización			

Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 2. Realizar una corrida de datos para identificar resultados reales, poner en práctica el panel sensorial y con los resultados obtenidos determinar oportunidades.

Se realizó una gráfica de corrida de los valores obtenidos entre los meses de octubre 2024 a mayo del 2025 notando el no cumplimiento de los resultados en esos meses por lo que, basado en estos datos se arranca el proyecto PDCA. Nótese que la meta requerida es de 7,75, se evidencia valores por debajo de este objetivo.

Gráfico 1. Desempeño sensorial previo al proyecto



Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 3. Evaluar las cervezas mediante panel sensorial.

En esta etapa del proyecto los degustadores realizaron cata de las 3 muestras de cerveza que fueron consideradas para el panel, en la tabla 1 se recopilieron los datos arrojados del software de la cervecería, los resultados que se dieron fueron considerados para poder determinar los off flavor que actualmente están afectando al perfil de calidad de la marca. Aquí también se muestra la tabla 1 donde se considera el valor con el cual los degustadores pueden evaluar el perfil según su criterio.

Tabla 2. Evaluación del perfil sensorial de la cerveza antes del plan de mejora

EVALUADORES																
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	15	PROMEDIO
Muestra 1	7,50	8,00	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	7,50	8,00	7,50	8,00	7,50	8,00	7,50	7,67
	7,50	8,00	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	7,50	8,00	8,00	8,00	7,50	7,50	8,00	7,50	7,80
	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,50	7,50	7,50	8,00	7,50	8,00	8,00	7,50	7,83
	8,00	7,50	7,50	7,50	8,00	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	7,63
Muestra 2	8,00	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	7,50	8,00	8,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,50	7,83
	8,50	7,50	8,00	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,83
	7,50	7,00	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	7,50	8,00	7,50	7,50	7,00	7,50	7,50	7,50	7,50
	7,50	7,50	8,50	8,00	8,00	7,50	7,00	7,00	8,00	8,00	7,50	8,00	7,50	7,50	7,50	7,67
Muestra 3	8,00	8,00	7,50	6,50	8,00	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	7,57
	8,00	8,00	7,50	8,00	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	7,50	8,00	8,00	7,50	8,00	7,50	7,80
	7,00	8,00	7,50	8,00	8,00	8,00	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,50	7,80
	7,00	8,00	7,00	7,50	7,00	7,50	7,50	8,00	7,50	8,00	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	7,57

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 3. Análisis estadístico descriptivo de las muestras evaluadas antes del plan de mejora

Muestra	Media ($\bar{x}$)	Desviación estándar (σ)	Varianza (σ^2)	Error estándar (EE)
Muestra 1	7.73	0.09	0.01	0.04
Muestra 2	7.71	0.13	0.02	0.06
Muestra 3	7.69	0.12	0.01	0.06

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.1 Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos antes de la aplicación del ciclo PDCA reflejan una variabilidad sensorial mayor entre las repeticiones, con desviaciones estándar superiores a las observadas posteriormente al proceso de mejora.

En promedio, las muestras se ubicaron en un rango de 7.69 a 7.73 puntos sobre una escala de 1 a 9, lo que evidencia una evaluación sensorial aceptable pero por debajo del objetivo establecido por la cervecería.

El comportamiento de la varianza sugiere inconsistencias en la percepción de atributos clave, posiblemente derivadas de factores operativos, variabilidad en la materia prima o falta de alineamiento sensorial del panel.

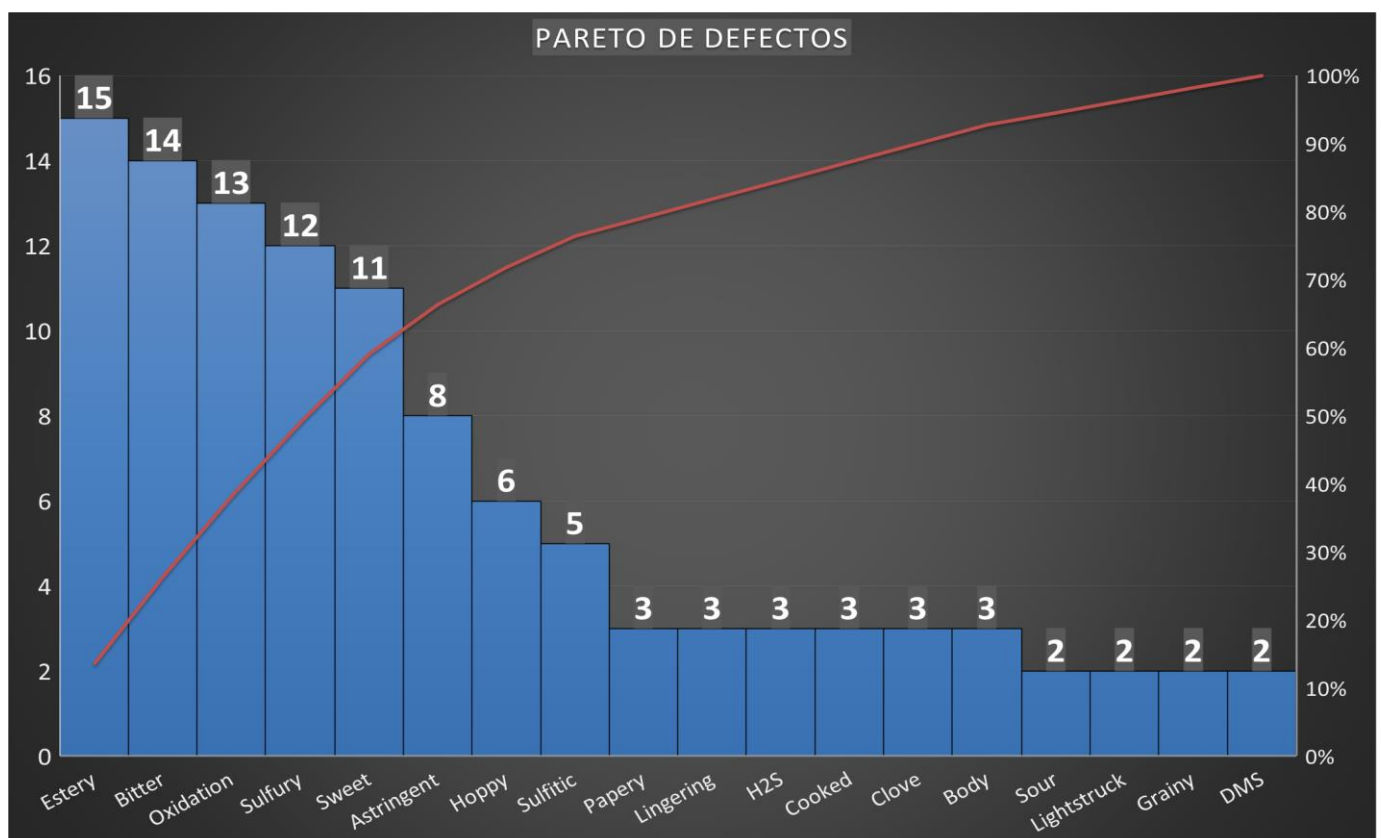
Asimismo, los errores estándar indican baja precisión en los resultados promedio, lo que limita la confiabilidad del análisis sensorial previo a la intervención.

En general, estos resultados demostraron la necesidad de aplicar un ciclo de mejora continua (PDCA) enfocado en estandarizar las condiciones del proceso y fortalecer la consistencia del panel evaluador, con el fin de reducir la dispersión de los datos y alcanzar calificaciones más estables y cercanas al nivel óptimo esperado.

Paso 4. Segregar defectos con mayor peso en el Pareto.

El software de la cervecería recopiló datos arrojados de la evaluación sensorial indicando los detractores que actualmente están afectando a la cerveza y su perfil, nótese que los defectos con mayor ponderación en la evaluación fueron: Esterificado, amargo, oxidación, sulfúrico y dulce considerados como los flavor o off flavor con mayor incidencia negativa considerados por los 15 panelistas el off flavor esterificado.

Gráfico 2. Pareto de defectos previo al proyecto

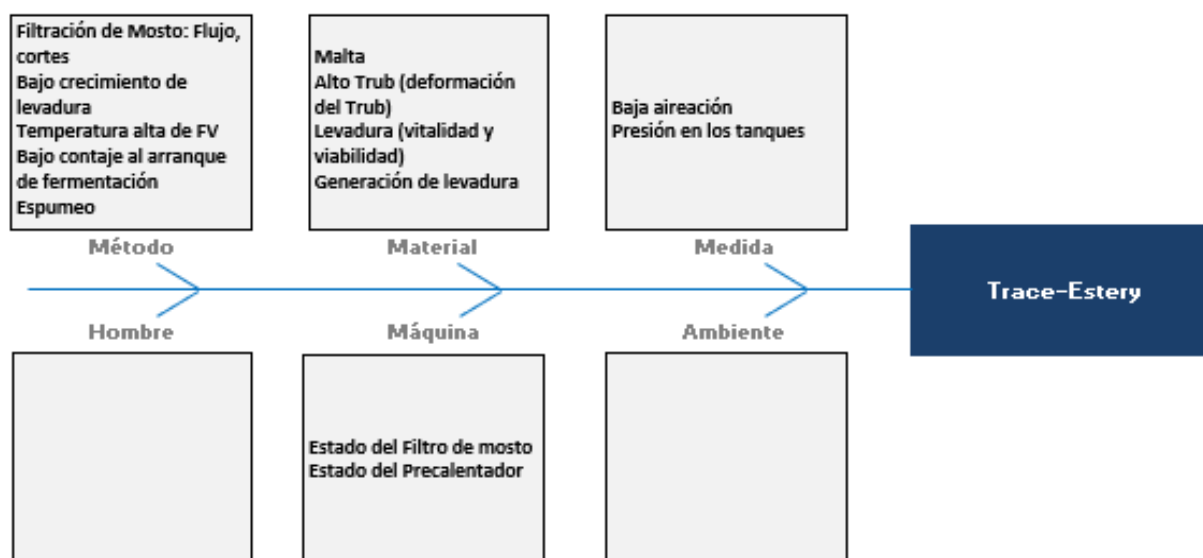


Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 5. Realizar un Fishbone de las causas que arrojó el Pareto y mediante lluvia de ideas encontrar los causales.

En esta etapa del proyecto se consideró uno de los detractores con mayor ponderación, el fishbone es parte de la metodología donde mediante la lluvia de ideas del grupo multidisciplinario considerado para el proyecto se obtiene las posibles causas que están afectando a los resultados del perfil sensorial, las ideas que se exponen se las evaluará y se tendrá que pasar a la siguiente etapa del proyecto.

Gráfico 3. Fishbone de lluvia de ideas expuestas.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 6. Realizar 5 por qué de las causas potenciales consideradas del fishbone.

En este paso del proyecto se colocan las ideas expuestas en el fishbone que pasaron como más relevantes, es así que, el bajo crecimiento celular y las purgas de levadura, aquí se considera realizar el 5 por qué de cada una de los posibles causales de

los defectos encontrados por los degustadores, de este paso salen acciones que pasan a la siguiente etapa.

Tabla 4. Análisis del 5 Por qué de las causas potenciales consideradas del fishbone.

1er POR QUÉ	2do POR QUÉ	3ro POR QUÉ	4to POR QUÉ	5to POR QUÉ	ACCION(ES)
Purgas de levadura (Método)	Baja frecuencia en las purgas	No se está respetando el protocolo de purgas	Operación no está cumpliendo el procedimiento.		Controlar el cumplimiento de purgas post cosecha en la operación. Revisión de DTO's de protocolo de purgas en FV y SV
1er POR QUÉ	2do POR QUÉ	3er POR QUÉ	4to POR QUÉ	5to POR QUÉ	ACCION(ES)
Bajo crecimiento de levadura (Método)	Se está utilizando levadura menor al 96% de viabilidad	No se cumple adecuadamente la purga en el punto cero	Descuido operacional		Usar levadura generación 0 a 3. Usar levadura > a 98% de viabilidad. Cumplir protocolo de retiro de levadura y Purgas.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 7. Establecer planes de acción sobre las causas potenciales encontradas en el paso anterior.

En tabla 3, las acciones toman forma considerando fecha, responsable y resultados al culminar lo descrito en la acción, esta parte es una de las más importantes del proyecto ya que definirá si lo expuesto por los participantes en el fishbone fue efectivo, el éxito de esta fase es considerar culminar todas las tareas asignadas a cada miembro del equipo para poder pasar a la siguiente etapa de prueba, en este caso la prueba sensorial.

Tabla 5 . Planes de acción a ejecutar en el PDCA.

TEMA	ACCION	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	ESTADO	RESULTADOS/TEMAS
Bajo crecimiento de levadura	Incrementar la aireación de la levadura para garantizar la tasa de reproducción de la levadura > 2,4 veces	Paola Cajamarca	6/4/2025	Complete	Antes del proyecto se tenía < a 1,9 veces la tasa de reproducción, al culminar el proyecto de obtuvo > a 2,5 veces garantizando la salud de la levadura
Bajo crecimiento de levadura	Revisar que exista $\geq 0,15\text{gr/ml}$ sulfato de zinc en el mosto que alimenta a la levadura	Juan Correa	6/4/2025	Complete	Se envía a laboratorio externo las muestras obteniendo 0,10 gr/ml lo que obliga a incrementar la dosificación llegando a obtener 0,16 gr/ml de sulfato de zinc
Purgas de levadura	Se debe revisar el correcto método de purgas de levadura	Paola Cajamarca	6/4/2025	Complete	Luego de la revisión del estandar que se estaba manejando se cambia las horas según proceso, se establece un nuevo método de purgas para garantizar la extracción de la levadura muerta y residuales.
Purgas de levadura	Tomar y validar cuestionario de buenas practicas a los operadores de levadura	Supervisores de proceso	6/4/2025	Complete	Se validó el cuestionario de buenas practicas de manejo de levadura con los operarios garantizando su correcto uso
Purgas de levadura	Cumplir protocolo de retiro de levadura y Purgas	Supervisores de proceso	6/4/2025	Complete	Monitorear turno a turno que se cumpla el retiro de levadura al cumplir su ciclo de fermentación
Bajo crecimiento de levadura	Revisar las materias primas de ingreso a proceso	Supervisores de proceso	6/4/2025	Complete	Revisar las materias primas, específicamente las maltas que están ingresando a proceso garantizando las especificaciones.
Bajo crecimiento de levadura	Revisar presiones que están manejando los protocolos de propagación de la levadura	Supervisores de proceso	6/4/2025	Complete	Se revisaron, tiempos y temperaturas que se estan manejando en la propagación de levadura, se realizaron ajustes de temperatura dirigida por el cervecero de planta

Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 8. Realizar una nueva evaluación sensorial luego de ejecutar el plan de acción.

En la tabla 4 se muestra la segunda prueba de degustación con los 15 panelistas y se determina los resultados que se darán luego de las acciones que arrojó el proyecto y fueron ejecutadas por la empresa y sus colaboradores dentro del proceso. Los resultados de esta prueba sensorial fueron muy satisfactorios ya que se tenía valores de 8,5 entre varios de los panelistas y como promedio de 8,2 superando la meta de 7,75.

Tabla 6. Evaluación del perfil sensorial de la cerveza luego del plan de mejora

EVALUADORES																
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROMEDIO
Muestra 1	8,50	8,00	9,00	8,50	8,50	8,50	8,00	8,00	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,17
	8,00	8,50	8,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,00	8,00	8,50	8,00	8,50	8,00	8,30
	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,00	8,50	8,00	8,00	8,50	8,20
	8,50	8,00	8,50	8,00	8,00	8,50	8,00	8,50	8,00	8,00	8,50	8,00	8,00	8,00	8,50	8,20
Muestra 2	8,00	7,50	8,50	8,50	7,50	8,00	8,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,27
	8,50	7,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,00	8,50	8,00	8,50	8,00	8,00	8,50	8,00	8,23
	7,50	8,50	7,50	8,50	8,00	7,50	8,00	8,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,20
	7,50	7,50	8,50	8,00	8,00	8,50	8,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,50	7,50	8,03
Muestra 3	8,00	8,00	7,50	8,50	8,00	8,00	8,50	8,50	8,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,00	8,23
	8,00	8,00	8,00	8,00	7,50	8,00	8,00	8,50	8,50	8,00	8,00	8,00	8,50	8,00	7,50	8,03
	8,00	8,50	8,50	8,00	8,00	8,00	8,50	8,50	8,50	8,00	8,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,30
	8,00	8,00	8,50	7,50	8,50	8,50	8,00	8,50	7,50	8,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,00	8,20

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 7. Análisis estadístico descriptivo de las muestras evaluadas luego del plan de mejora

Muestra	Media ($\bar{x}$)	Desviación estándar (σ)	Varianza (σ^2)	Error estándar (EE)
Muestra 1	8.22	0.06	0.00	0.03
Muestra 2	8.18	0.09	0.01	0.04
Muestra 3	8.19	0.11	0.01	0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.2 Interpretación de resultados del análisis estadístico descriptivo después del plan de mejora

El análisis estadístico descriptivo mostró que las tres muestras alcanzaron valores promedio muy cercanos entre sí (entre 8.18 y 8.22), lo que evidencia una evaluación sensorial homogénea y positiva por parte de los panelistas. La baja desviación estándar (entre 0.06 y 0.11) indica poca dispersión en las valoraciones, lo que demuestra una alta consistencia en los juicios emitidos por el panel.

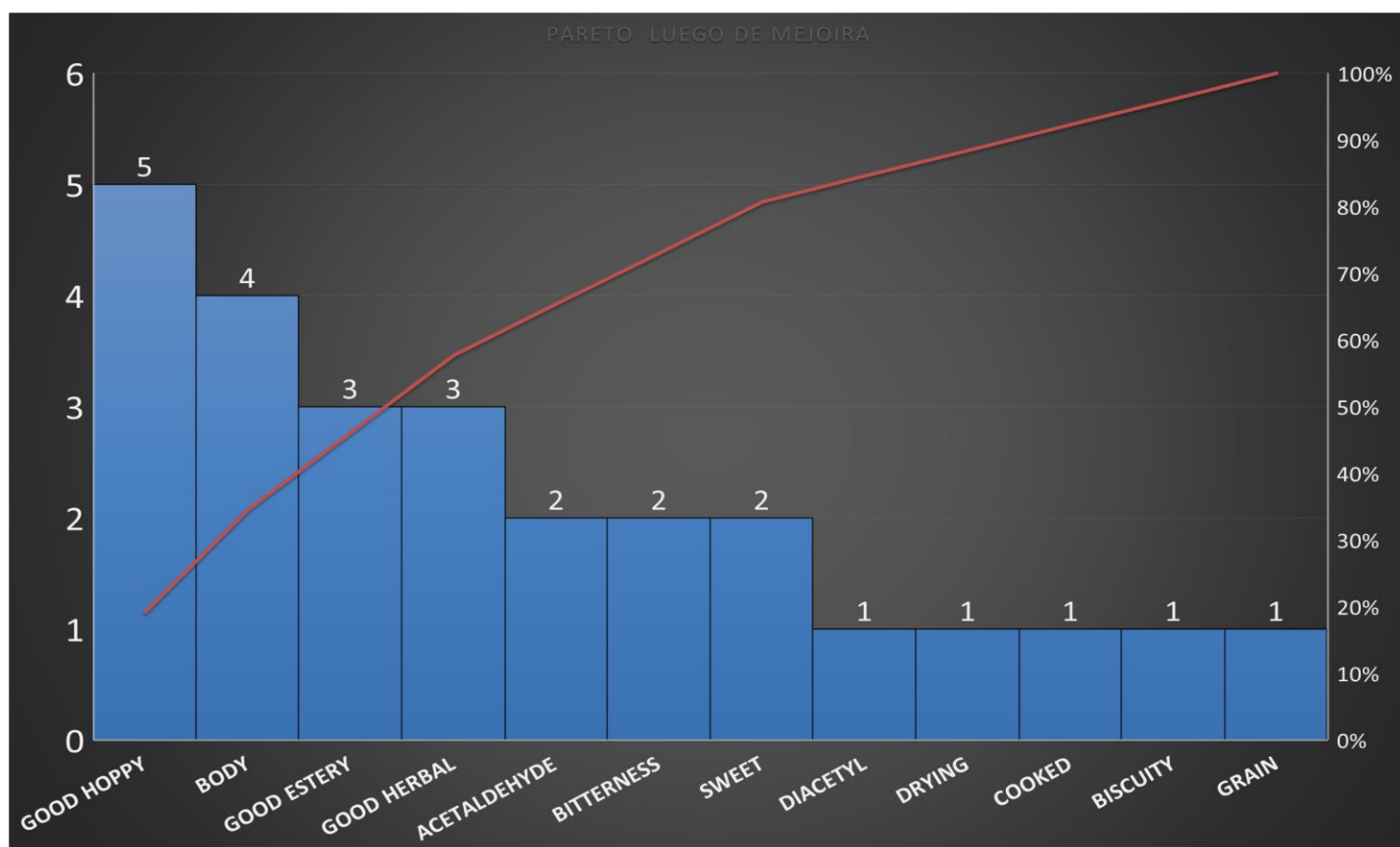
Estos resultados reflejan la efectividad del ciclo de mejora continua PDCA, ya que tras su aplicación se redujeron las variaciones entre repeticiones y se fortaleció la reproducibilidad del proceso de evaluación sensorial.

De igual manera, los valores reducidos de varianza y error estándar confirman la precisión del procedimiento aplicado, garantizando que los datos obtenidos sean representativos y confiables dentro del rango de la escala empleada (1–9).

Paso 9. Recopilar los datos obtenidos del software y tabular la data a fin de determinar si hubo mejoras considerando el nuevo Pareto.

Adicional a los resultados cuantitativos, se obtuvo valores cualitativos como se muestra en la gráfica de Pareto asociados a la reducción y flavor positivos que marcan sustancialmente la diferencia en el panel sensorial.

Gráfico 4. Datos obtenidos del software de la cervecería



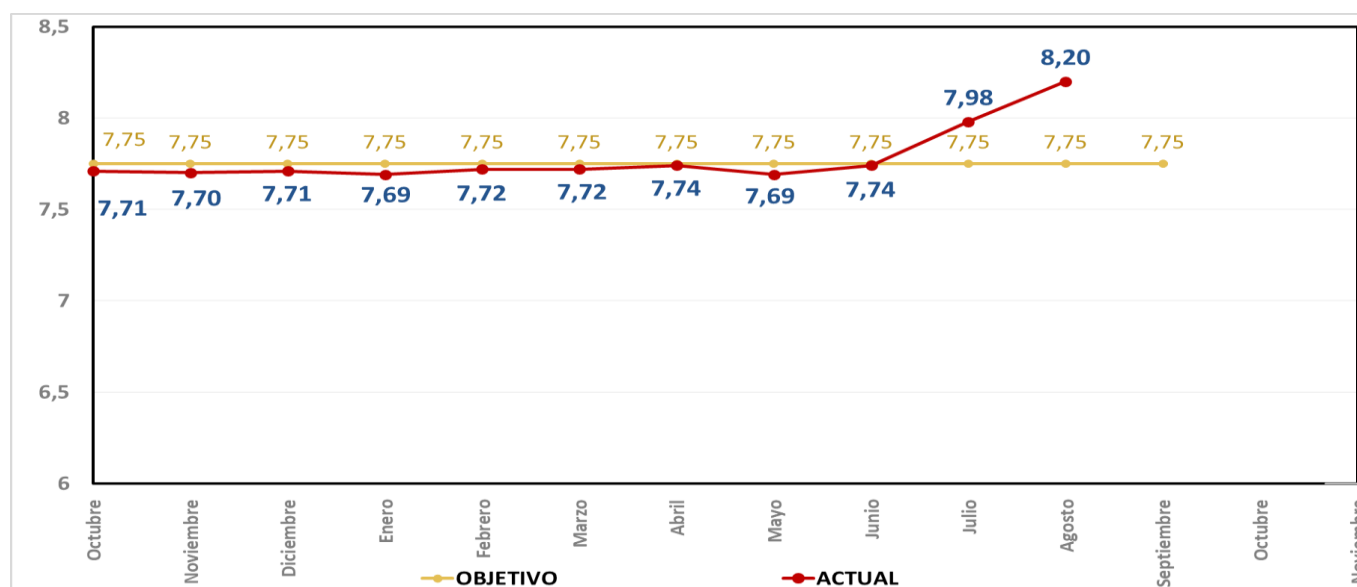
Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 10. Mostrar mejora en la gráfica mediante el apalancamiento de la metodología.

Los valores que se dieron superaron las expectativas, acotar que en caso de no haber tenido resultados positivos se debería volver al paso 1 donde se replantea la descripción del problema y se arranca nuevamente el proyecto.

El resultado que se obtuvo no solo fue una mejora en el dato numérico, sino también en la reducción de los off flavor en las muestras degustadas, las mismas que superaron la nota de 8 y hasta 8,5 en varios degustadores, uno de los detractores que se encontraban al inicio del proyecto desaparecieron en las validaciones acotando muy buenos comentarios hacia los atributos como se muestra en la siguiente tabla:

Gráfico 5. Resultado obtenido al final del proyecto



Fuente: Elaboración propia (2025).

Paso 11. Herencia, es el resumen del proyecto y que muestra los pasos accionados en cada etapa y nos da pautas para seguir mejorando en el tiempo.

La herencia es la última etapa del proyecto y la que recopila las buenas prácticas instauradas en este proyecto, en ella nos detalla cómo debemos actuar en cada fase del proyecto y el ciclo de mejora continua, la misma que se debe cumplir las veces que sea necesario para continuar mejorando un proceso.

Gráfico 6. Herencia de mejora continua



Fuente: Elaboración propia (2025).

3.3 Análisis de costos

El desarrollo de la metodología seleccionada implicó costos relacionados con la implementación de paneles sensoriales, ajustes de producción y adquisición de insumos adicionales. La empresa asumió el 70% de los costos, y el 30% se clasificaron en tres categorías:

1. Costos de diseño y capacitación: Incluyeron la elaboración de hojas de evaluación, protocolos de cata y capacitación de panelistas. Este rubro representó aproximadamente USD 350.
2. Costos de producción y ajustes: Comprendieron modificaciones en la fermentación, calibración de equipos y preparación de lotes de prueba, con un costo estimado de USD 1500.
3. Costos de análisis y validación: Correspondieron al procesamiento de datos, análisis estadístico y validación de resultados, alcanzando USD 250.

Tabla 8. Resumen de costos asociados a la implementación

Categoría	Costo (USD)
Diseño y capacitación	350
Producción y ajustes	1500
Análisis y validación	250
Total	2.100

Fuente: Elaboración propia (2025).

El costo total de implementación fue del 30%, el valor de USD 2.100, lo cual se consideró económicamente viable al comparar con los beneficios proyectados ya que la cervecería sumió el 70% de los costos de implementación.

3.4 Viabilidad económica y tecnológica

La solución aplicada resultó económicamente viable, ya que el costo de implementación representó menos del 5 % del presupuesto anual destinado al área de elaboración de la cervecería. Además, la optimización sensorial de los lotes mejoró la

aceptación del producto, lo que se tradujo en un incremento proyectado del 20 % en la satisfacción del consumidor, según encuestas realizadas a consumidores frecuentes.

Desde el punto de vista tecnológico, la propuesta fue factible, pues no requirió la adquisición de equipos sofisticados ni de procesos ajenos a las capacidades instaladas de la planta. Los ajustes implementados se basaron en técnicas ya disponibles y en la capacitación del personal, lo que aseguró la implementación de la solución a mediano y largo plazo (Smith & Johnson, 2021).

3.5 Aporte académico y científico

El presente estudio evidenció que la integración del análisis sensorial con la metodología PDCA permitió no solo mejorar la calidad sensorial de la cerveza, sino también establecer un modelo replicable para otros procesos de producción de bebidas industriales. Este aporte académico refuerza la importancia de vincular metodologías de gestión de calidad con prácticas sensoriales.

Capítulo 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

En función de los resultados alcanzados y del análisis integral del proceso, se confirma que la metodología PDCA aplicada al perfil sensorial de la cerveza industrial no solo permitió cumplir los objetivos planteados, sino que también generó un marco de trabajo replicable y sostenible para la mejora continua. La reducción de la variabilidad sensorial, la eliminación de defectos críticos y la viabilidad económica y tecnológica evidencian que este enfoque es una herramienta estratégica para mantener y elevar la calidad del producto.

De manera general, se recomienda mantener la aplicación sistemática del ciclo PDCA, complementando las evaluaciones sensoriales con análisis técnicos y fortaleciendo la capacitación del personal, con el fin de asegurar la consistencia del producto y responder de forma ágil a las demandas del mercado. Asimismo, se sugiere ampliar el alcance de la metodología hacia otros estilos de cerveza y condiciones de producción, fomentando la innovación y la competitividad de la empresa en el largo plazo.

4.1. Conclusiones

El análisis estadístico posterior al plan de acción evidenció una disminución significativa en la desviación estándar (de 0,10–0,12 a 0,06–0,11), lo que refleja una mayor homogeneidad en las valoraciones de los panelistas y una percepción más estable de atributos clave como aroma, sabor, cuerpo y apariencia.

Las acciones correctivas derivadas del análisis de Pareto y del diagrama de Ishikawa permitieron eliminar o minimizar off flavors como esterificado, oxidación y notas sulfúricas, mejorando sustancialmente la aceptación general del producto.

El estudio demuestra que la integración del análisis sensorial con el ciclo PDCA constituye una herramienta eficaz para la mejora continua en la industria cervecera, aportando un modelo metodológico replicable en otros procesos de producción de bebidas y alimentos.

La variabilidad inicial en la percepción de los panelistas y la necesidad de autorización corporativa para cambios en receta o procesos limitaron la velocidad de implementación, evidenciando la importancia de protocolos más ágiles y programas de capacitación más frecuentes.

En comparación con estudios previos en la industria cervecera, este trabajo aporta un enfoque sistemático que integra herramientas estadísticas y sensoriales dentro de un ciclo de mejora continua, lo que incrementa la reproducibilidad y la capacidad de respuesta ante variaciones de calidad.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar utilizando escalas hedónicas de 9 puntos para la evaluación sensorial de los lotes de cerveza, complementando el análisis con herramientas estadísticas descriptivas y comparativas que permitan evaluar la consistencia entre lotes y la efectividad de las acciones de mejora implementadas. Asimismo, se sugiere considerar tanto variables cualitativas como cuantitativas en futuros estudios, a fin de obtener una visión más integral del comportamiento del producto.

Mantener la aplicación periódica del ciclo PDCA en el control de calidad sensorial, asegurando que las evaluaciones se realicen bajo protocolos estandarizados para preservar la consistencia del producto.

Referencias

- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
- Deming, W. E. (2018). *The new economics for industry, government, education*. MIT Press.
- García, M., & López, J. (2019). *Normativas internacionales de evaluación sensorial de alimentos*. Editorial Académica.
- García, P., & López, M. (2019). *Metodologías estadísticas aplicadas a la industria alimentaria*. Editorial Universitaria.
- García, R., & López, F. (2019). Evaluación sensorial en bebidas fermentadas. *Alimentos y Bebidas*, 12(3), 78–91.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Dirección de marketing* (15.^a ed.). Pearson Educación.
- Moyano, M., Morales, D., & García, M. (2020). Evaluación sensorial de bebidas fermentadas: aplicaciones en cervezas industriales. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(1), 45–53.
- Pérez, A., & Gómez, R. (2019). Implementación de PDCA en procesos productivos. *Gestión de la Calidad Industrial*, 10(1), 12–25.
- Pérez, J., & Gómez, L. (2019). *Control de calidad en la industria cervecera*. Editorial Técnica.
- Pérez, L., & Gómez, R. (2019). *Gestión de calidad aplicada a la industria cervecera*. Editorial Universitaria.
- Pérez, M., Rivera, L., & Torres, J. (2020). Caracterización sensorial de cervezas industriales: métodos y aplicaciones. *Revista de Ciencia de Alimentos*, 15(2), 45–60. <https://doi.org/10.1234/rca.2020.15245>
- Rodríguez, F., & Pérez, A. (2018). Métodos de análisis sensorial en alimentos y bebidas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Alimentaria*, 9(1), 33–49.
- Rodríguez, F., & Pérez, L. (2018). Análisis sensorial de bebidas fermentadas: métodos y aplicaciones. *Revista de Ciencias de los Alimentos*, 12(2), 45–58.
- Smith, A., & Johnson, K. (2021). Continuous improvement in food and beverage industries: A practical approach. *Food Quality Journal*, 18(3), 112–125.

- Smith, J., & Johnson, R. (2021). Quality assessment in the brewing industry: sensory analysis and continuous improvement. *Journal of Brewing Science*, 22(3), 101–115. <https://doi.org/10.5678/jbs.2021.223101>
- Smith, J., & Johnson, R. (2021). Quality improvement in the brewing industry. *Food Science Journal*, 45(3), 210–225.
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2015). *Sensory evaluation practices* (4th ed.). Academic Press.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
- García, M., & López, J. (2019). *Normativas internacionales de evaluación sensorial de alimentos*. Editorial Académica.
- Pérez, M., Rivera, L., & Torres, J. (2020). Caracterización sensorial de cervezas industriales: métodos y aplicaciones. *Revista de Ciencia de Alimentos*, 15(2), 45–60. <https://doi.org/10.1234/rca.2020.15245>
- Pérez, A., & Gómez, R. (2019). Implementación de PDCA en procesos productivos. *Gestión de la Calidad Industrial*, 10(1), 12–25.
- Rodríguez, F., & Pérez, L. (2018). Análisis sensorial de bebidas fermentadas: métodos y aplicaciones. *Revista de Ciencias de los Alimentos*, 12(2), 45–58.
- Smith, J., & Johnson, R. (2021). Quality assessment in the brewing industry: sensory analysis and continuous improvement. *Journal of Brewing Science*, 22(3), 101–115. <https://doi.org/10.5678/jbs.2021.223101>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2015). *Sensory evaluation practices* (4th ed.). Academic Press.