

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN**

**“REDUCIR EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT
BEBIBLE SIN LACTOSA, ENRIQUECIDO CON PROTEÍNAS”.**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
EJECUCIÓN EN GESTIÓN DE LA CALIDAD**

ALUMNA: SRA. MARIELA MUNITA PÉREZ

PROFESOR GUÍA: SR. JUAN PABLO INOSTROZA SALDIAS

2023

A mis dos amados hijos

Vicente y Cristóbal,

y a mi amor Pablo

mi compañero de vida.

RESUMEN

Se realizó un seguimiento durante el primer semestre del año 2023, donde se observó que la base fermentada del Yogurt bebible demora un promedio de 14 horas, con un pH promedio de 4,78. Esto causa un déficit de productos fermentados en la empresa PROLAC, lo que lleva a revisar la fórmula, dando pie a la investigación donde se realizaron pilotos y ensayos industriales.

El siguiente trabajo de título se realizó en la empresa PROLAC, ubicada en la Región de Los Lagos, comuna de la Unión. La investigación que se realizó en disminuir los tiempos de fermentación, las variables en estudio correspondieron a temperatura y pH, se llevó a cabo diferentes pruebas para conocer los factores que afectan a la inoculación del cultivo y se llega a la conclusión que se debe cambiar el cultivo. Se determinó con el proveedor un nuevo cultivo, donde en pilotos se obtiene la reducción en los tiempos de fermentación, se selecciona el cultivo y se avanza en tres ensayos industriales.

Keywords: Punto isoeléctrico, equilibrio de las cargas positivas y negativas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	9
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.....	10
1. Justificación del tema.....	11
1.1. Objetivos.....	11
1.1.1. Objetivo General	11
1.1.2. Objetivos Específicos	11
1.1.3. Alcance	12
1.2. ANTECEDENTES GENERALES.....	12
1.3. MARCO TEÓRICO.....	13
1.3.7. Diagrama de flujo línea de Yogurt Bebible	19
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....	20
2.1.1. Lluvia de ideas	23
2.1.2. Diagrama de Causa Efecto.....	23
2.1.3. Diagrama de Pareto	24
2.1.4. Pilotos.....	27
2.1.5. Planificar Ensayos.....	28
2.3.1. Primer ensayo industrial.....	30
2.3.2. Segundo ensayo industrial.....	32
2.3.3. Tercer ensayo industrial	34
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE DATOS.....	37
3.2.1. Análisis de pH antes de la mejora	40
3.2.2. Análisis de pH después de la mejora	41
3.3.1. Análisis de capacidad de pH antes de la mejora.....	42
3.3.2. Análisis de capacidad de pH después de la mejora	43
COSTOS DE NO CALIDAD.....	43
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2 - 1. Lluvia de ideas	23
Tabla 2 - 2. Test de Karlsruhe	30
Tabla 2 - 3. Datos evaluaciones organolépticas muestra patrón primer ensayo	30
Tabla 2 - 4. Datos evaluaciones organolépticas muestra primer ensayo	31
Tabla 2 - 5. Datos evaluaciones organolépticas muestra patrón segundo ensayo ..	32
Tabla 2 - 6. Datos evaluaciones organolépticas muestra segundo ensayo	33
Tabla 2 - 7. Datos evaluaciones organolépticas muestra patrón tercer ensayo	34
Tabla 2 - 8. Datos evaluaciones organolépticas muestra tercer ensayo	35
Tabla 3 - 1. Costos de no Calidad antes de la mejora	44
Tabla 3 - 2. Costos de no Calidad después de la mejora	44
Tabla 3 - 3. Total de ahorro durante un año	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 1. Estanque de fermentación	15
Figura 1 - 2. Adición de cultivo láctico	16
Figura 1 - 2. Diagrama de Flujo	iError! Marcador no definido.
Figura 2 - 1. Ciclo PDCA	21

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tiempo de fermentación	9
Gráfico 2 - 1. Diagrama Causa Efecto	24
Gráfico 2 - 2. Diagrama de Pareto.....	25
Gráfico 2 - 3. Curva de acidificación cultivo actual	26
Gráfico 2 - 4. Curva de acidificación cultivo propuesto	27
Gráfico 2 - 5. Muestra patrón	31
Gráfico 2 - 6. Muestra primer ensayo	32
Gráfico 2 - 7. Muestra patrón segundo ensayo.....	33
Gráfico 2 - 8. Muestra segundo ensayo.....	34
Gráfico 2 - 9. Muestra patrón tercer ensayo	35
Gráfico 2 - 10. Muestra tercer ensayo	36
Gráfico 3 - 1. Tiempo de fermentación antes de la mejora	39
Gráfico 3 - 2. Tiempo de fermentación después de la mejora.....	39
Gráfico 3 - 3. pH antes de la mejora	40
Gráfico 3 - 4. pH después de la mejora.....	41
Gráfico 3 - 5. Informe de capacidad antes de la mejora	42
Gráfico 3 - 6. Informe de capacidad después de la mejora	43
Gráfico 3 - 7. Costos de no Calidad	45

SIGLA

Codex: Codex Alimentarius

E.C.P: Especificaciones de Producto al Cliente

E.P.T: Especificaciones Técnicas de Producto

PDCA: Ciclo Deming.

PT: Producto terminado.

RSA: Reglamento Sanitario de los Alimentos

SIMBOLOGÍA

pH: pH

T: TEMPERATURA

kg: KILOGRAMOS

TON: TONELADAS

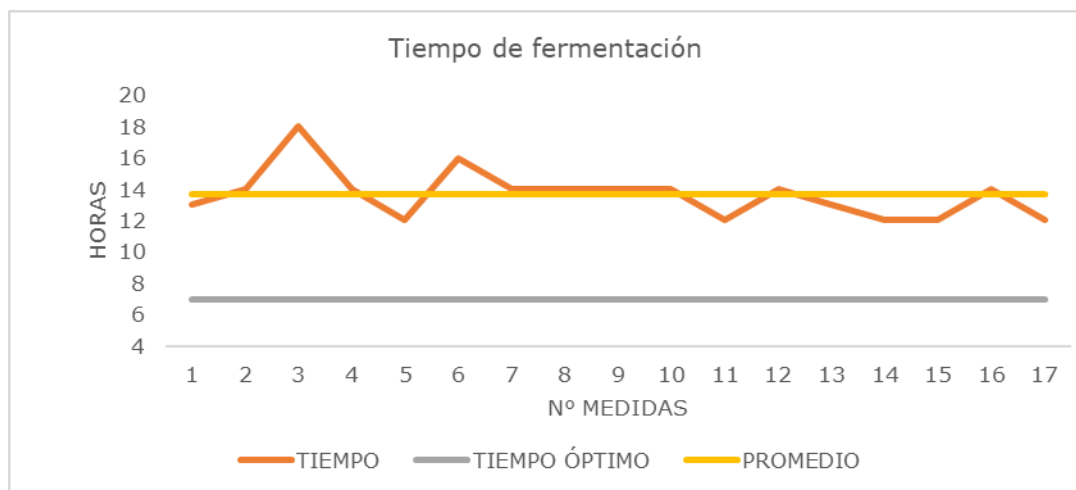
INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de título busca dar solución en el no cumplimiento de las especificaciones, a la Empresa "PROLAC", ubicada en la Región de los Lagos, comuna de la Unión, que se dedica a la elaboración, producción y venta de productos lácteos.

La compañía solicita al Departamento de Desarrollo la revisión del proceso de fermentación en la elaboración de Yogurt, con el objetivo de reducir el tiempo de fermentación de la bebida láctea enriquecida con proteínas. El proceso demora un promedio de 14 horas (Gráfico 1-1), y además no alcanza el pH requerido en las especificaciones de base fermentada, que debe estar entre 4,60 y 4,70, con un óptimo de 4,65. A este valor de pH se alcanza el punto isoeléctrico, que corresponde al equilibrio de las cargas positivas y negativas, haciendo máxima la posibilidad de ser precipitada al disminuir su solubilidad y facilitar su agregación.

Es por esto, que el área encargada de las fórmulas revisa los variables que pueden intervenir en el proceso productivo y se guían por la metodología PDCA, que consiste en planificar, definir, controlar y actuar, para determinar las causas que dan origen a esta desviación.

Gráfico 1-1. Tiempo de fermentación



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

La industria de alimentos lácteos presenta una fuerte competencia a nivel nacional. Esta disputa por el mercado hace modificar las estrategias para obtener ventajas competitivas en la elaboración de alimentos que cumplan con los requerimientos que los clientes necesitan.

Se quiere obtener un Yogurt que cumpla con las características organolépticamente, de sabor, color, aroma y textura. Para competir en la industria láctea de alimentos con un alto porcentaje de proteínas.

El Yogurt bebible de la empresa PROLAC no cumple con las características de un producto suave al paladar porque no alcanza el pH que necesita para obtener el punto isoeléctrico, el que se obtiene en un pH cercano a 4,65.

Es por esto que se solicita al Departamento de Desarrollo revisar el proceso de fermentación del Yogurt, enriquecido con proteínas. Se evidencia que esta etapa dura un promedio de 14 horas, se espera una disminución en un 50% en el tiempo de fermentación. El indicador es el pH de corte de la base fermentada es de 4,65.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Reducir el tiempo fermentación, de 14 horas a 7 horas, en la elaboración de yogurt bebible sin lactosa, enriquecido con proteínas, para que cumpla con las especificaciones de pH de corte de la base fermentada que es de 4,65.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las causas que afectan el proceso de formulación.
- Determinar las variables que se pueden controlar en el proceso.
- Formular, realizar pilotos y ensayos industriales para evaluar las variables definidas y dar solución al problema.
- Analizar los costos asociados a la reducción del tiempo de fermentación.

1.1.3. Alcance

El alcance de esta mejora involucra el área de Desarrollo de nuevos productos, en la empresa PROLAC, incluye la formulación y seguimiento de tres ensayos industriales, los requerimientos del producto se reciben de los clientes internos; marketing, producción, operación y calidad en donde se aplican los requisitos del Reglamento Sanitario de los Alimentos y las especificaciones internas de producto terminado.

1.2. ANTECEDENTES GENERALES

Según RSA, Yogur es el producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leches pasteurizadas enteras, parcialmente descremadas o descremadas, leches en polvo enteras, parcialmente descremadas o descremadas o una mezcla de estos productos.

Según Codex Alimentarius, la leche fermentada es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoelectrica).

Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables.

Ciertas leches fermentadas se caracterizan por un cultivo específico (o cultivos específicos) utilizado para la fermentación del siguiente modo: Yogur: Cultivos simbióticos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*.

Es importante considerar qué características se requiere desarrollar en una base blanca como aromas y texturas, se pueden tener resultados de aroma y textura diferente en una misma base solo si utilizas determinados fermentos.

En general, el metabolismo de los fermentos usados en yogurt usa el azúcar/lactosa disponible para la acción fermentativa. Existen los Lactosa+ (Lactosa positivo) que para actuar y desarrollar la fermentación requiere necesariamente lactosa disponible. De esta manera, una base que lleve lactosa para degradarla necesitará el doble de dosis de un fermento lactosa+ o bien cambiar a otro tipo de fermento.

El tiempo de fermentación también es importante para la empresa, porque su reducción permite ganar capacidad de proceso.

En la empresa existen estanques de fermentación de 5.800 kg. fermentando a 42°C. Los fermentos de yogurt son termófilos, desarrollan su actividad fermentativa a esta temperatura, alcanzando un pH óptimo de corte de 4,65.

1.3. MARCO TEÓRICO

Para entender mejor esta metodología es importante entender la descripción de etapas y diagrama de flujo en la formulación de Yogurt Bebible.

1.3.1. Preparación de las líneas

Antes de comenzar la formulación, es necesario realizar aseos en todos los equipos y líneas involucradas en el proceso (almix-cono, estanque de formulación, pasteurizador, homogeneizador, estanque de fermentación, bomba, enfriador, estanques de fragmentación, envasadoras y líneas de alimentación) para asegurar limpieza completa.

1.3.2. Formulación de la base y pasteurización

Enviar desde Alfast a equipo Almix de refrigerado: leche fluida descremada de acuerdo con fórmula.

Cargada la leche en el estanque (Figura 1-1), agitar por 10 minutos y tomar una muestra para realizar análisis fisicoquímicos de: materia grasa (%), sólidos solubles (°Brix), pH, acidez (°Th) y densidad (g/ml), los cuales deben estar dentro de las especificaciones de control para leche descremada fluida.

En caso de existir una desviación se debe avisar al jefe de turno para realizar los ajustes necesarios. Considerar: Una vez estandarizada la base, esta no debe permanecer en espera por más de 3 hrs a ser pasteurizada. En caso de que la base deba esperar a la formulación o a la pasteurización debe mantenerse con frío, controlando el pH y acidez cada 1 hora.

Por el cono de formulación, se adicionan en el mismo orden, los siguientes insumos: Proteína Nutrilac 7875, fosfato dipotásico, edulcorantes (sucralosa y estevia), gelatina, sorbato de potasio y sweetness (aroma melaza). Mientras se agregan los insumos se debe apagar la agitación del estanque hasta terminada la etapa de formulación, para disminuir la generación de espuma. Una vez incorporados todos los insumos agitar la mezcla por 60 minutos, luego detener agitación y dejar reposar producto durante 90 minutos más.

Tomar una muestra de la base formulada para análisis de: pH, acidez (°Th), densidad (g/ml), sólidos solubles (°Brix) y materia grasa (%), los cuales deben estar dentro de los parámetros especificados para base formulada en la ECP.

En caso de existir desviaciones revisar que se hayan incorporado las materias primas y los insumos en las dosis indicadas. Si todo esto es correcto avisar al jefe de turno para realizar ajustes a la base. Considerar: A las bases estandarizadas y formuladas no se les realizará ajustes de pH y/o acidez. Prestar atención a que estas se encuentren bajo los parámetros de las especificaciones.

Antes de pasteurizar se debe verificar nuevamente (de manera visual) que la base formulada no contenga mucha espuma; si este fuera el caso, es preciso detener el agitador y realizar ejercicio anterior (agitaciones intermitentes) hasta que la espuma baje considerablemente.

Chequeado punto anterior, se procede a pasteurizar la base. Para ello desde el estanque de almacenamiento se traslada el producto mediante bomba hacia el equipo de proceso donde se eleva la temperatura a 93°C por 6 minutos (alarma mínima 88°C y Temperatura máxima 95°C). Se homogeneiza en dos etapas con presión de 200 bar (50 Bar en 2º etapa + 150 bar en 1º etapa) y finalmente se enfría entre 41-43°C siendo trasladado al Reactor de Fermentación.

1.3.3. Hidratación y fermentación

Tomar muestra de la base para medir crioscopía inicial. Registrar valor en la planilla de formulación. La crioscopía inicial debe medirse antes de añadir la enzima al estanque.

A través de la tapa superior del estanque (Figura 1-2), extremando las normas de higiene, agregar la enzima lactasa y añadir el cultivo sobre la base láctea pasteurizada, transcurridos 20 minutos desde el comienzo de la pasteurización o con un llenado de un tercio del volumen del estanque de fermentación aproximadamente. La base debe encontrarse además con agitación en el estanque. La base pasteurizada no debe permanecer en espera a ser hidrolizada ni inoculada, para evitar recontaminación.

Figura 1 - 1. Estanque de fermentación



Fuente: Empresa PROLAC

La dosis del cultivo es de 2 sobres por batch de 5,8 ton.

Figura 1 - 2. Adición de cultivo láctico



Fuente: Empresa PROLAC

Una vez haya ingresado la totalidad de la base al estanque agitar por 5 minutos y luego dejar en reposo.

Es importante controlar la temperatura de la base láctea, ya que el cultivo requiere de una temperatura óptima de entre 41 - 43°C para producir la fermentación. Es importante que el cultivo sea retirado del congelador sólo en el momento en que se va a utilizar, transportarlo en un cooler con hielo en el cual puede permanecer máximo 10 -15 minutos, ya que de lo contrario comenzará a descongelarse. El cultivo debe presentar forma de gránulos congelados, en caso de que este se encuentre descongelado o como un bloque compacto el cultivo debe rechazarse.

Registrar en la planilla de formulación el pH, acidez y temperatura de la base que se está fermentando cada dos horas.

Mantener la base en reposo durante todo el resto del proceso de fermentación hasta alcanzar un pH de corte es de 4,65.

Realizar medición de crioscopia a los 45 min de agregada la enzima. Registrar valor.

Tomar una muestra del producto luego de las 1,5 horas de iniciado el reposo para realizar análisis de crioscopia a la base. Registrar este valor en la planilla de formulación del producto.

En caso de que transcurridas dos horas de fermentación el pH de la base haya disminuido menos de 0,2 puntos debe volver a medirse pH transcurridas 3 hrs, si en este momento el producto presenta pH entre 5,9 – 6,5 debe volver a inocularse el cultivo, verificar la temperatura de la base y agitar por 15 minutos luego de adicionado el cultivo. Debe registrarse en la planilla de fermentación la hora de reinoculación, nombre del cultivo, dosis y lote.

Una vez alcanzado el pH de corte, se rompe el coagulo mediante agitación, por 15 minutos. Se debe respetar el pH de corte debido a que este afecta el sabor y la textura del producto del producto.

Tomar una muestra de producto fermentado para realizar análisis fisicoquímicos, los cuales deben estar dentro de los especificados para la base fermentada en la ECP.

1.3.4. Fraccionamiento y envasado

Trasladar la base a los estanques de fraccionamiento, con una etapa previa de enfriamiento pasando por un enfriador de placas, con temperatura de SET POINT de 17°C.

La base fermentada no debe esperar en los reactores de fermentación más de una hora. En caso de contingencia que deba esperar más del tiempo anteriormente especificado se debe enfriar la base por la chaqueta del estanque para evitar que continúe acidificándose, hasta alcanzar una temperatura entre 28 – 30°C y por un tiempo máximo de 2 horas.

En caso de que la base fraccionada permanezca en espera a ser envasada, debe controlarse cada 1 hora: temperatura, pH y acidez, para evitar desviaciones. No se permiten ajustes de pH y acidez.

El producto es envasado por la máquina Bisignano Botella y Yuedong, en formato Litro y 100 ml respectivamente.

Envasar a la temperatura que se encuentra el producto en el reactor. Tomar muestra de inicio, medio y término de envasado para análisis físico químico y organoléptico.

Tiempo máximo de espera del producto a ser envasado, 8 hrs.

Para producción continua de sabores diferentes, con Aroma-Color, se debe respetar la siguiente secuencia: vainilla y berries.

Para saborizar y aplicar color al producto se usan los Aroma-color correspondientes a cada sabor. Éstos deben ser aplicados a través del sistema de inyección de aroma color de la máquina en una dosis de 4 g/L. Los cambios de aroma-color en la secuencia anterior se deben hacer siguiendo estrictamente el procedimiento indicado.

En caso de que el sistema de Aroma Color no se encuentre en funcionamiento se deberá consultar a Desarrollo sobre el procedimiento para adicionar el aroma – color.

El aroma color sólo puede permanecer en planta durante su aplicación. En caso de que surjan detenciones del envasado, debe drenarse el sistema y llevar el bidón a dosimetría, para mantenerlo refrigerado. Al término de la producción los saldos generados deben entregarse a dosimetría.

Si se utiliza un saldo de aroma color, debe registrarse en la planilla de envasado, el lote, cantidad y fecha de apertura del bidón utilizado.

1.3.5. Embalaje

Embalaje botella 100 ml Pack de film de polietileno termocontraible de 8 botellas de 100 ml.

- Rotulación: Fecha de vencimiento, hora de envasado, N° lote.
- Rotulación embalaje: INKJET IMPRESO Fecha de vencimiento N° lote Código de Producto Hora de Envasado.
- Paletizado Botella 100 ml: 5 niveles de altura, 25 cajas por nivel, 125 cajas en total del pallet.
- Peso Bruto.

- Duración: 65 días.
- Almacenamiento: 2 – 8 °C.

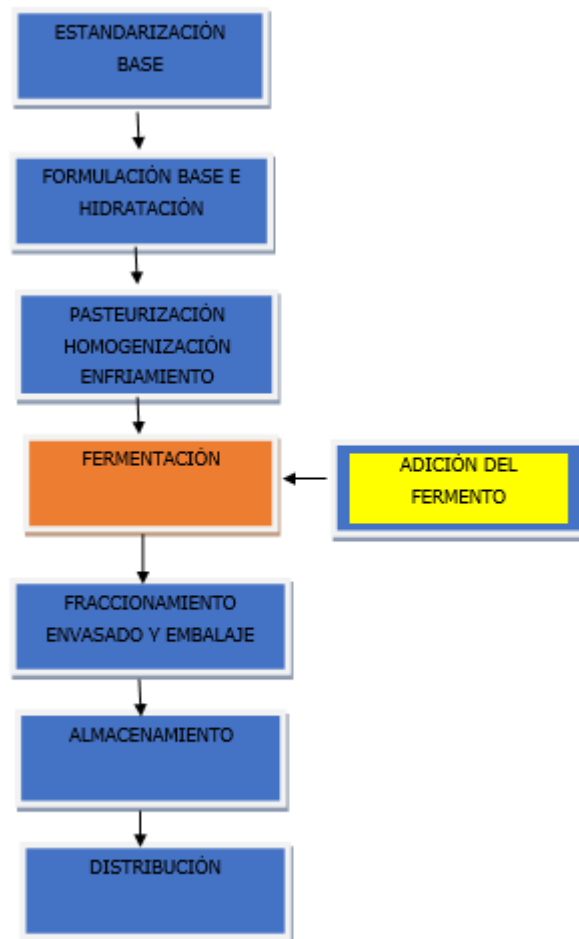
1.3.6. Refrigeración y distribución

Los pallets, deben permanecer en cámara refrigerada (2 y 8 °C). El traslado se efectúa en camiones que cuenten con refrigeración hasta los zonales.

La distribución se hará al cumplir el tiempo de liberación, y luego de que Control de Calidad haya confirmado que cumple con las Especificaciones Técnicas del Producto Envasado.

1.3.7. Diagrama de flujo línea de Yogurt Bebible (Figura 1 – 3)

Figura 1 - 3. Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2. PROPUESTA METODOLÓGICA

El ciclo PDCA, también conocido como ciclo de Deming o ciclo de Shewhart, es recomendable hacia la excelencia, a través de la mejora permanente de los procesos.

Si revisamos la historia de este ciclo, su autoría es atribuida a Walter Shewhart en un trabajo colaborativo con William E. Deming, quien después lo llevó a Japón (por esta razón muchas veces se le llama ciclo de Deming). La idea central era sistematizar los proyectos de mejora en un conjunto de pasos, cuya aplicación disciplinada aumenta la probabilidad de éxito.

Tal como mencionábamos, el ciclo PDCA, está compuesto por cuatro etapas: Planificar (*plan*, P), Hacer (*do*, D), Verificar (*check*, C) y Actuar (*act*, A). Dos de las etapas se pueden dividir en subetapas o pasos que representan actividades específicas que se realizan. Gráficamente se muestra en la Figura 2-1.

Figura 2 - 1. Ciclo PDCA



Fuente: <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/ciclo-pdca-ciclo-deming-mejorar-procesos>

Se usa para preparar el proyecto en las actividades desarrolladas en equipos de trabajo conformados por:

- El departamento de desarrollo.
- El departamento de planificación.
- El departamento de operación.
- El departamento de producción

En este Sistema de gestión se exigen el trabajo y la participación de todos los miembros de la organización.

Se trabaja en el ciclo PDCA, aplicando 4 pasos para llevar a cabo este proyecto:

- la organización lógica del trabajo,
- la correcta realización de las tareas necesarias y planificadas,
- a comprobación de los logros obtenidos, y
- la posibilidad de aprovechar y extender aprendizajes y experiencias adquiridas a otros casos.

2.1. PLANIFICAR

En esta primera etapa se busca establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Permite identificar el proyecto a realizar en pro de mejorar un proceso, analizar la situación actual de las variables en dicho proceso, detectar las fallas o problemas principales y sus causas potenciales y finalmente planificar las posibles soluciones a dichos problemas. Mediante la etapa "Planificar" se define qué proyecto de mejoramiento se va a implementar, en forma precisa.

Se analiza y estudia el proceso de fermentación, decidiendo que cambios pueden mejorarlo y en qué forma se llevarán a cabo. Para lograrlo se trabaja en definir el objetivo el cual es reducir el tiempo de fermentación, ya que la base fermentada permanece un promedio de 14 horas en los estanques de formulación. Se hará por intermedio de una lluvia de ideas, luego un diagrama causa efecto para obtener la causa más probable.

2.1.1. Lluvia de ideas

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad.

Se realizó con un equipo de trabajo conformado por operadores de formulación, jefes de turno, encargados de dosimetría, jefes de operaciones y encargados de Calidad, quienes se reunieron en tres jornadas durante un mes. Se obtuvo el siguiente resumen de esa reflexión que hace referencia al elevado tiempo de fermentación del Yogurt.

La tabla 2-1 muestra los resultados de la lluvia de ideas realizada por el equipo de trabajo para orientar las posibles soluciones al problema de producción.

Tabla 2 - 1. Lluvia de ideas

Lluvia de Ideas
Falta registro de calibración pHmetros
Cultivo no cumple con el punto isoelectrico
Operador no conoce Manual Operativo
Operador no conoce bien el proceso
Condiciones no óptimas de almacenaje de microinsumos
Condiciones no óptimas de almacenaje de macroinsumos
Falta registro de verificación de temperatura
Falta inspección del proceso
Cultivos pierden cadena de frío
Falta registro de pH base fermentada
Falta capacitación operador fermentación
Turnos no son entregados
Supervisores no son claros en instrucción de tareas diarias

Fuente: Elaboración Propia

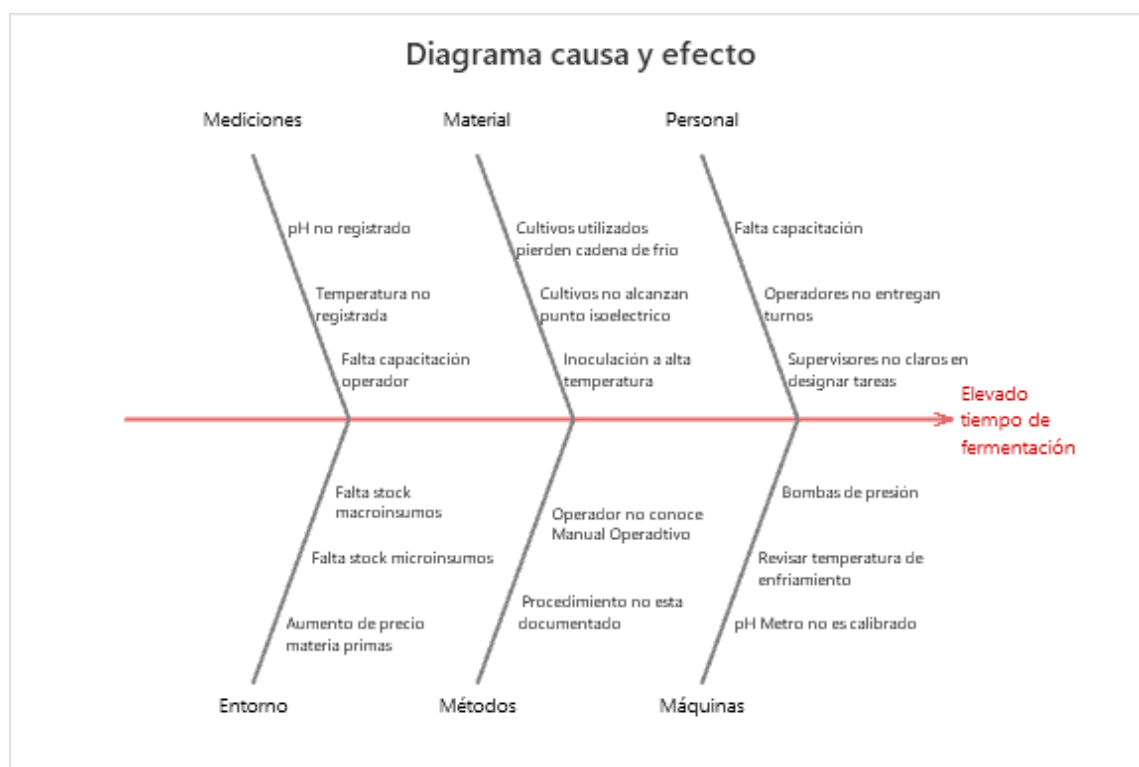
2.1.2. Diagrama de Causa Efecto

El diagrama de causa efecto o de Ishikawa, es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. El uso del diagrama de Ishikawa, ayuda a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde diferentes perspectivas.

El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M.

En el Gráfico 2-1 se agrupan según las 6 M de la lluvia de ideas que se realiza en la etapa anterior, donde se define con el equipo de trabajo que la causa que afecta directamente al elevado tiempo de fermentación corresponde al material.

Gráfico 2 - 1. Diagrama Causa Efecto



Fuente: Elaboración propia

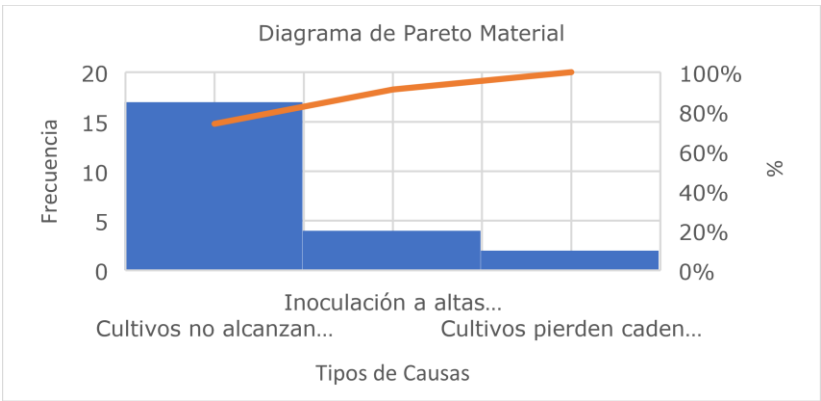
2.1.3. Diagrama de Pareto

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como "Ley 80-20" o "Pocos vitales, muchos triviales", en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

El diagrama de Pareto reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” al trabajar en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos puedan tener mayor impacto.

El Gráfico 2-2 hace referencia a un diagrama de Pareto correspondiente al material que se utiliza para la elaboración de Yogurt entre las tres causas que se visualizan, se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso, el 80% de la causa del elevado tiempo de fermentación de la base fermentada, corresponde al cultivo utilizado este no cumple con el punto isoelectrico.

Gráfico 2 - 2. Diagrama de Pareto



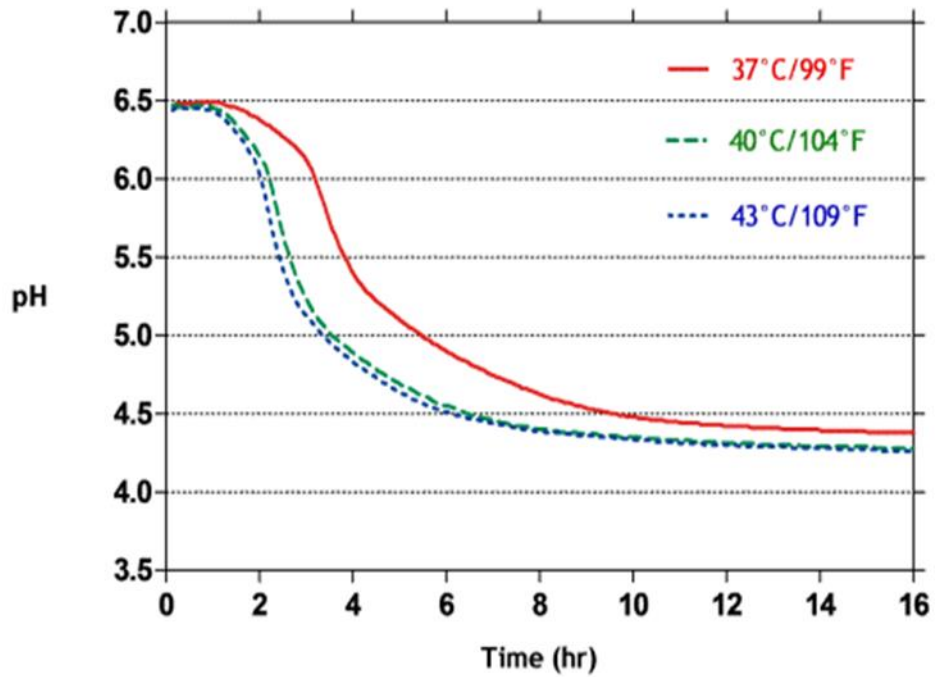
Fuente: Elaboración propia

Esta mejora se hará en el Departamento de Desarrollo de Productos, donde se evaluarán dos alternativas de cultivos diferentes para fermentar el yogurt. Luego se analizará con marketing para escoger la mejor alternativa respecto a características organolépticas.

El Gráfico 2-3 muestra la curva de acidificación del cultivo utilizado donde se observa el punto isoelectrico cercano a las 10 horas de fermentación.

Gráfico 2 - 3. Curva de acidificación cultivo actual

Acidification curve

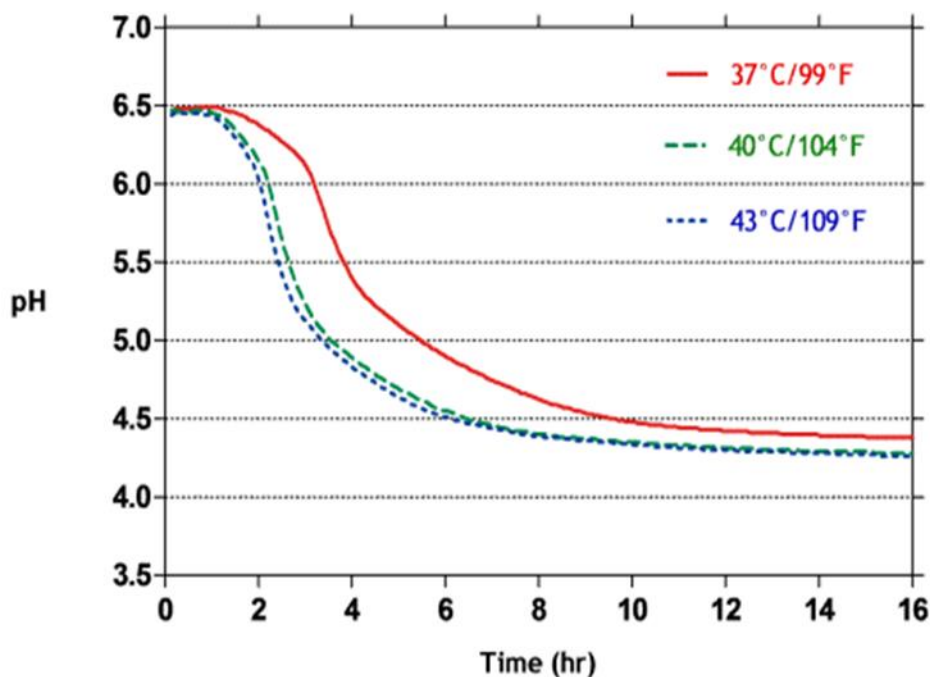


Fuente: Ficha técnica cultivo HANSEN

Se realizan visitas técnicas al proveedor de este insumo y se revisan distintas alternativas y se decide hacer pilotos con el cultivo propuesto que tiene un comportamiento diferente que se visualiza en el Gráfico 2-4. En él se muestra que a las 6 horas se produce el punto isoelectrico, donde se corta el coágulo y precipita la proteína.

Gráfico 2 - 4. Curva de acidificación cultivo propuesto

Acidification curve



Fuente: Ficha técnica cultivo HANSEN

2.1.4. Pilotos

El término "ensayos pilotos" se refiere a pruebas o experimentos preliminares que se realizan antes de llevar a cabo un estudio o experimento a gran escala. Estos ensayos pilotos son importantes para evaluar la viabilidad, la efectividad y la factibilidad de un estudio más extenso.

En la industria, especialmente en el desarrollo de productos, los ensayos piloto se utilizan para probar prototipos o versiones iniciales de un producto. Esto permite identificar posibles problemas, ajustes necesarios y mejoras antes del lanzamiento al mercado.

Los ensayos pilotos son esenciales para minimizar riesgos, optimizar recursos y garantizar que los estudios o proyectos a gran escala sean más efectivos y exitosos. Además, brindaron la oportunidad de realizar mejoras y ajustes antes de comprometer recursos importantes en una implementación completa.

Se realizan una serie de ensayos pilotos, los que son presentados a marketing, quienes escogen la mejor alternativa, que llevará a 3 ensayos industriales.

2.1.5. Planificar Ensayos

Junto con las áreas involucradas se planificaron los ensayos industriales para mayo y agosto del año 2023.

Se realizaron en la Planta elaboradora de Yogurt bebible, PROLAC en la jornada de mañana con la nueva alternativa propuesta.

2.2. HACER

En esta segunda etapa se realiza la implementación de los cambios planificados en la etapa anterior, preferentemente en menor escala. Lo anterior tiene una razón práctica, basada en la experiencia y las buenas prácticas de aplicación del ciclo.

Siempre es preferible que sea a “menor escala” o en fase “piloto”, es decir, que se implemente solo en parte de la organización, ya que por mucho que se haya estudiado detenida y detalladamente una iniciativa de mejoramiento siempre va a presentar errores, fallas u oportunidades de mejoramiento, cuando se observa su desempeño en la práctica.

Además, en la implementación de una mejora tentativa, es necesario tener una atenta consideración a la cultura organizacional. Si bien es posible aplicar alguna medida “contracultura”, ello debe ser hecho en forma progresiva y cuidadosa. En suma, no existen “procedimientos de mejora óptimos en general”, sino siempre referidos a una cultura organizacional específica.

Hay que tener mucho cuidado cuando se estudia y eventualmente se imita alguna buena práctica de otra cultura organizacional y se implementa diciendo “tiene que funcionar bien pues así ha sido en otros lados”. Esta es una precaución de muchísima importancia.

La producción industrial es el proceso sistemático y organizado mediante el cual se transforman materias primas, recursos y componentes en productos terminados a gran escala en instalaciones industriales. Estos procesos se caracterizan por la utilización de tecnología avanzada, maquinaria especializada y técnicas específicas para la fabricación eficiente y rentable de bienes y productos diversos. La producción industrial se realiza con el propósito de satisfacer la demanda del mercado y proporcionar productos que cumplan con estándares de calidad y especificaciones requeridas. Este proceso puede abarcar sectores como la manufactura, la energía, la minería, la construcción, la alimentación, la tecnología, entre otros.

Se realizaron tres producciones las cuales ingresaron a estabilidad refrigerada para ser evaluadas hasta término de vida útil.

Se emitieron tres informes para visualizar el comportamiento del producto durante la vida útil del producto, 65 días.

2.3. VERIFICAR

A continuación de la implementación de la mejora, se debe realizar el seguimiento y medición de los procesos y sus resultados respecto a lo planificado inicialmente. En otras palabras, el objetivo de esta etapa es analizar cualitativa y cuantitativamente si los cambios implementados han tenido un resultado favorable o positivo y si ello ha ocurrido en la medida necesaria como para poder realizar inversiones necesarias.

En muchas ocasiones, quizás en la mayoría de los intentos de mejoramiento de procesos, la idea trabajada en la etapa planificar y en sus cuatro pasos, ha sido bien estudiada. Por ello, es frecuente que al implementarla (parcialmente en la organización) haya resultados favorables, en el sentido que el proceso mejora. Pero usualmente, se necesita que mejore a un cierto nivel que no se alcanzó. Esto, unido a los mayores costos que las medidas pueden tener al implementar los cambios previstos en toda la organización, harán revisar y mejorar las medidas a tomar.

Para realizar una verificación de las medidas tomadas se chequeó semanalmente los tres ensayos industriales. Se realizó seguimiento organoléptico, mediante el test de Karlsruhe, en el cual cada nota corresponde al promedio de notas obtenido, en la fecha señalada, por todos los evaluadores presentes, para cada uno de los atributos requeridos. La escala de notas va desde 1 a 9.

La Tabla 2-2 describe cada grado de calidad y su correspondiente descriptor.

El grado de Calidad 1; corresponde a características típicas y su descriptor va desde el excelente, con nota 9; muy bueno, nota 8; buena, nota 7.

El grado de Calidad 2; corresponde a deterioro tolerable y su descriptor va desde el satisfactoria, con nota 6; regular, nota 5; suficiente, nota 4.

El grado de Calidad 3; corresponde a deterioro intolerable y su descriptor va desde defectuoso, nota 3; mala, nota 2; muy mala, nota 1.

Tabla 2 - 2. Test de Karlsruhe

	Notas	Descriptores
Calidad grado 1: Características típicas	9	Excelente
	8	Muy buena
	7	Buena
Calidad grado 2: Deterioro Tolerable	6	Satisfactoria
	5	Regular
	4	Suficiente
Calidad grado 3: Deterioro Intolerable	3	Defectuosa
	2	Mala
	1	Muy mala

Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Primer ensayo industrial

Se realizó primer ensayo industrial en el mes de mayo del año 2023, donde se ingresa a estabilidad muestra patrón y muestra ensayo, se evaluaron atributos de sabor, color, aroma, textura, olor y apariencia, y se obtuvieron los siguientes resultados.

2.3.1.1. Resultados muestra patrón primer ensayo

En la Tabla 2-3 se muestran datos obtenidos de las evaluaciones organolépticas realizadas a la muestra patrón primer ensayo.

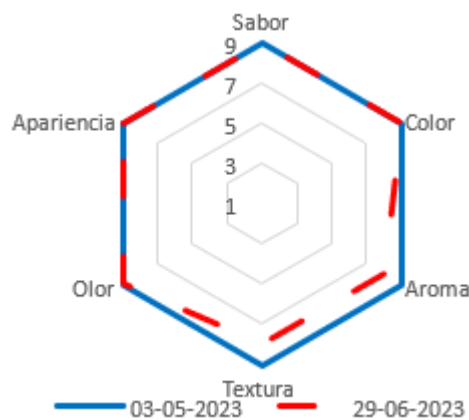
Tabla 2 - 3. Datos evaluaciones organolépticas muestra patrón primer ensayo

Atributo	03-05-2023	09-05-2023	19-05-2023	24-05-2023	31-05-2023	09-06-2023	14-06-2023	23-06-2023	29-06-2023
Sabor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Color	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Aroma	9	9	9	9	9	9	9	9	8
Textura	9	9	9	9	9	9	9	9	8
Olor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Apariencia	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2-5 se visualiza que la muestra patrón presenta una pequeña desviación en su aroma y textura al término de su vida útil.

Gráfico 2 - 5. Muestra patrón



Fuente: Elaboración propia

2.3.1.2. Resultados muestra primer ensayo

En la Tabla 2-4 se muestran datos obtenidos de las evaluaciones organolépticas realizadas a las muestras del primer ensayo.

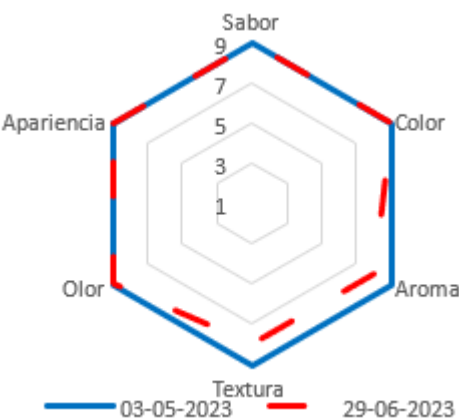
Tabla 2 - 4. Datos evaluaciones organolépticas muestra primer ensayo

Atributo	03-05-2023	09-05-2023	19-05-2023	24-05-2023	31-05-2023	09-06-2023	14-06-2023	23-06-2023	29-06-2023
Sabor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Color	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Aroma	9	9	9	9	9	9	9	8	8
Textura	9	9	9	9	9	9	9	8	8
Olor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Apariencia	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2-6 se visualiza que la muestra del primer ensayo presenta una pequeña desviación en su aroma y textura al término de su vida útil.

Gráfico 2 - 6. Muestra primer ensayo



Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que, al finalizar el estudio de estabilidad del primer ensayo de Yogurt bebible, el día 29 de junio del año 2023, el cual culmina trascurrida la vida útil del producto, que corresponde a 65 días, por lo tanto, se da termino al estudio sin desviaciones organolépticas importantes.

2.3.2. Segundo ensayo industrial

Se realiza segundo ensayo industrial en el mes de mayo del año 2023, donde se ingresa a estabilidad muestra patrón y muestra ensayo, se evalúan atributos de sabor, color, aroma, textura, olor y apariencia, y se obtienen los siguientes resultados.

2.3.2.1. Resultados muestra patrón segundo ensayo

En la Tabla 2-5 se muestran datos obtenidos de las evaluaciones organolépticas realizadas a la muestra patrón segundo ensayo.

Tabla 2 - 5. Datos evaluaciones organolépticas muestra patrón segundo ensayo

Atributo	03-05-2023	09-05-2023	19-05-2023	24-05-2023	31-05-2023	09-06-2023	14-06-2023	23-06-2023	29-06-2023
Sabor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Color	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Aroma	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Textura	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Olor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Apariencia	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2-7 se visualiza que la muestra patrón no presenta desviaciones organolépticas al término de su vida útil.

Gráfico 2 - 7. Muestra patrón segundo ensayo



Fuente: Elaboración propia

2.3.2.2. Resultados muestra segundo ensayo

En la Tabla 2-6 se muestran datos obtenidos de las evaluaciones organolépticas realizadas a las muestras del segundo ensayo.

Tabla 2 - 6. Datos evaluaciones organolépticas muestra segundo ensayo

Atributo	03-05-2023	09-05-2023	19-05-2023	24-05-2023	31-05-2023	09-06-2023	14-06-2023	23-06-2023	29-06-2023
Sabor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Color	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Aroma	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Textura	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Olor	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Apariencia	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2-8 se visualiza que la muestra del segundo ensayo no presenta desviaciones organolepticas al término de su vida útil.

Gráfico 2 - 8. Muestra segundo ensayo



Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que, al finalizar el estudio de estabilidad del segundo ensayo de Yogurt bebible, el día 29 de junio del año 2023, el cual culmina trascurrida la vida útil del producto, que corresponde a 65 días, por lo tanto, se da termino al estudio sin desviaciones organolépticas importantes.

2.3.3. Tercer ensayo industrial

Se realizó tercer ensayo industrial en el mes de agosto del año 2023, donde se ingresa a estabilidad muestra patrón y muestra ensayo, se evaluaron atributos de sabor, color, aroma, textura, olor y apariencia, y se obtuvieron los siguientes resultados.

2.3.3.1. Resultados muestra patrón tercer ensayo

En la Tabla 2-7 se muestran datos obtenidos de las evaluaciones organolépticas realizadas a la muestra patrón tercer ensayo.

Tabla 2 - 7. Datos evaluaciones organolépticas muestra patrón tercer ensayo

Atributo	03-08-2023	10-08-2023	18-08-2023	25-08-2023	31-08-2023	06-06-2023	13-09-2023	21-09-2023	27-09-2023	06-10-2023
Sabor	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Color	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Aroma	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Textura	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Olor	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Apariencia	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2-9 se visualiza que la muestra patrón no presentó desviaciones organolépticas al término de su vida útil.

Gráfico 2 - 9. Muestra patrón tercer ensayo



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2. Resultados muestra tercer ensayo

En la Tabla 2-8 se muestran datos obtenidos de las evaluaciones organolépticas realizadas a la muestra tercer ensayo.

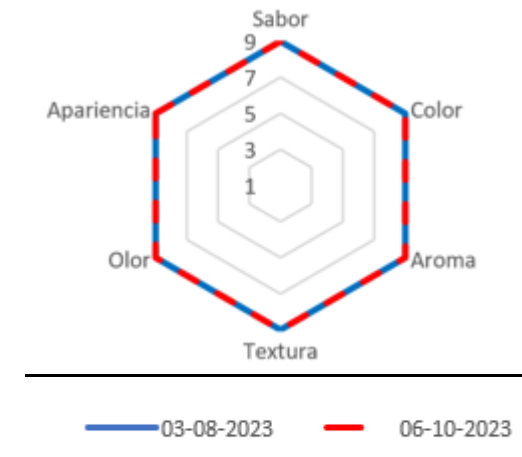
Tabla 2 - 8. Datos evaluaciones organolépticas muestra tercer ensayo

Atributo	03-08-2023	10-08-2023	18-08-2023	25-08-2023	31-08-2023	06-06-2023	13-09-2023	21-09-2023	27-09-2023	06-10-2023
Sabor	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Color	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Aroma	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Textura	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Olor	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Apariencia	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2-10 se visualiza que la muestra del primer ensayo no presento desviaciones organolepticas al término de su vida útil.

Gráfico 2 - 10. Muestra tercer ensayo



Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que, al finalizar el estudio de estabilidad del tercer ensayo de Yogurt bebible, el día 06 de octubre del año 2023, el cual culmina trascurrida la vida útil del producto, que corresponde a 65 días, por lo tanto, se da termino al estudio sin desviaciones organolépticas importantes.

2.4. **ACCIÓN**

Si los resultados en la etapa de verificar lo ameritan, se pueden implementar los cambios a través de toda la organización y finalmente documentar la solución, para que sirva como antecedentes y conocimientos para futuros proyecto de mejora. Además, esta etapa permite tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

- Se cambia y difunde nuevo Manual Operativo.
- Se cambia y difunde nueva receta con cambio a nuevo cultivo.
- Se capacita a personal involucrado en el proceso de elaboración de Yogurt bebible, sin lactosa, enriquecido con proteínas

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE DATOS

3. ANÁLISIS DE DATOS

El primer aspecto para estudiar en el análisis de datos es ser consciente de la tendencia central de los datos, es decir, identificar el valor en torno al cual los datos tienden a agruparse o agruparse. Esto le dirá si el proceso está enfocado; Es decir, cuando la tendencia central de la variable de salida es igual o muy cercana al valor nominal deseado. A continuación, nos fijamos en la medida de tendencia central; el valor alrededor del cual los datos o medidas de una variable tienden a agruparse o agruparse: media.

La media, medida de tendencia central que es igual al promedio aritmético de un conjunto de datos, que se obtiene al sumarlos y el resultado se divide entre el número de datos.

Además de conocer la tendencia central del conjunto de datos, es necesario saber en qué se diferencian entre sí, es decir, determinar su variabilidad o dispersión.

La desviación estándar muestral es la medida más usual de variabilidad e indica qué tan esparcidos están los datos con respecto a la media.

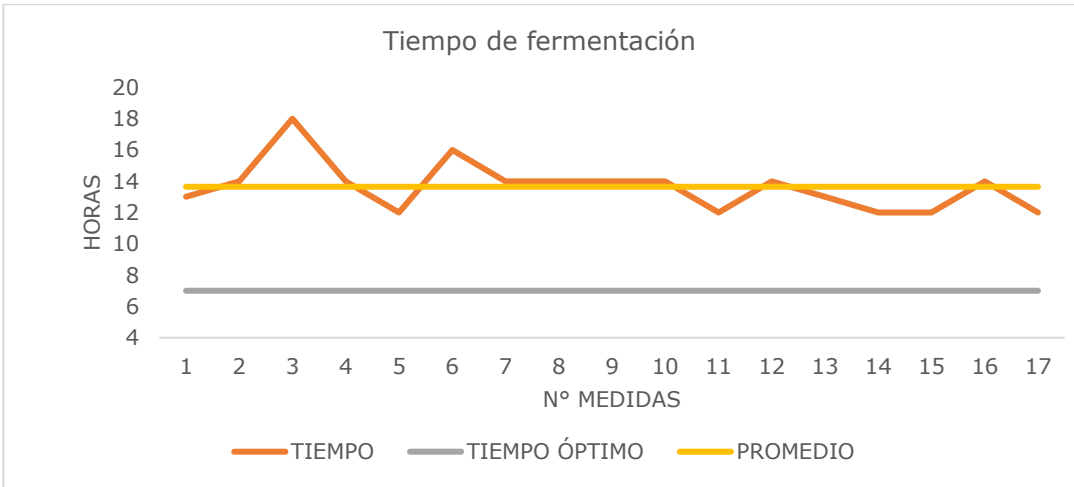
3.1. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN

El tiempo de fermentación de la base fermentada de Yogurt bebible sin lactosa enriquecido con proteínas durante el primer semestre del año 2023, es cercana a las 14 horas, según lo que se evidencia en el Gráfico 3-1.

Estadísticas

Variable	N	Media	Desv.Est.
TIEMPO ANTES	17	13,647	1,579

Gráfico 3 - 1. Tiempo de fermentación antes de la mejora



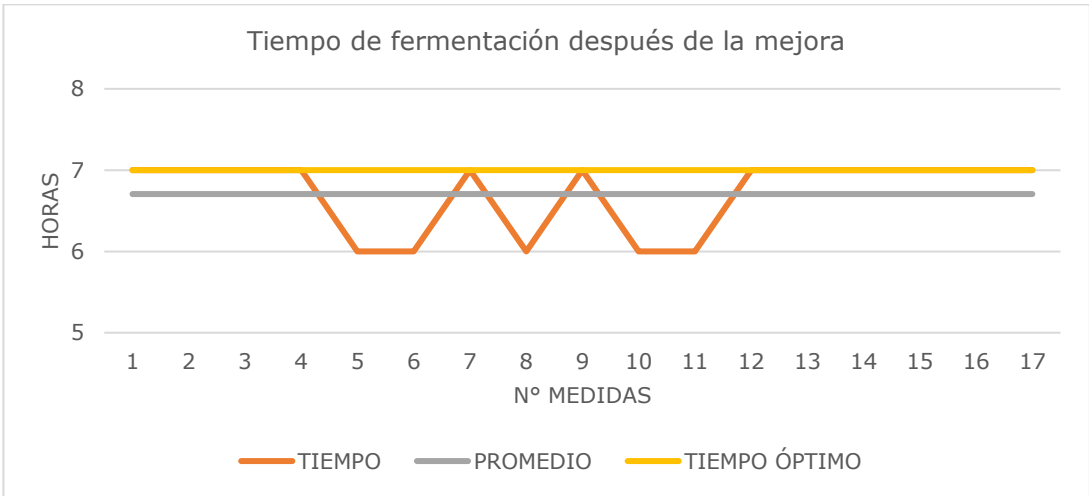
Fuente: Elaboración propia

El tiempo de fermentación de la base fermentada de Yogurt bebible sin lactosa enriquecido con proteínas después del cambio de cultivo, es cercana a las 7 horas, según lo que se evidencia en el Gráfico 3-2 con una disminución en el tiempo del 50%.

Estadísticas

Variable	N	Media	Desv.Est.
TIEMPO DESPUÉS 17	6,529		0,514

Gráfico 3 - 2. Tiempo de fermentación después de la mejora



Fuente: Elaboración propia

3.2. ANÁLISIS DE pH

Las siglas pH significan potencial hidrógeno o potencial de hidrogeniones, el término fue designado por el químico danés S.P.L Sørensen al definirlo como el opuesto del logaritmo en base 10 o el logaritmo negativo de la actividad de los iones de hidrógeno, cuya ecuación es $pH = -\log_{10}[a_{H^+}]$.

El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia.

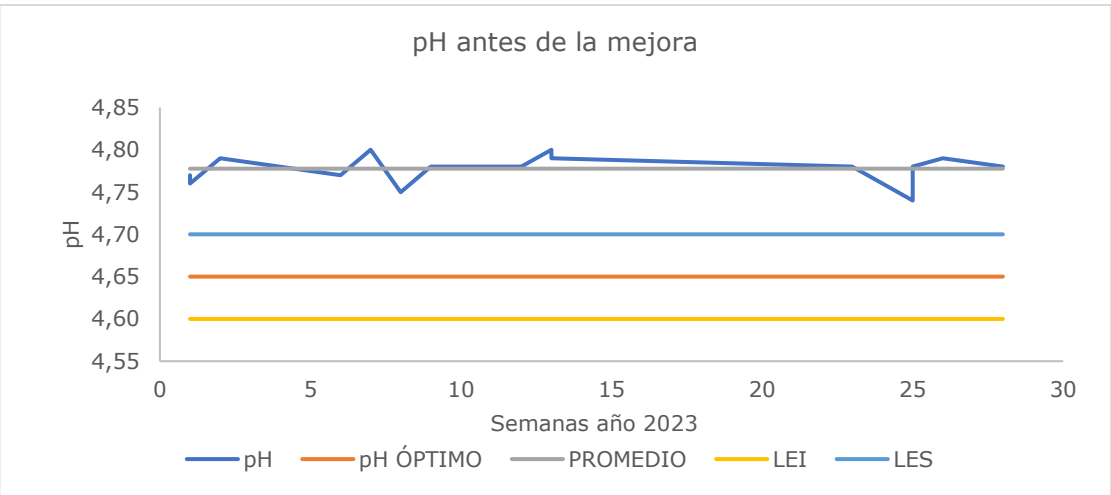
El pH se puede medir en una solución acuosa utilizando una escala de valor numérico que mide las soluciones ácidas (mayor concentración de iones de hidrógeno) y las alcalinas (base de menor concentración) de las sustancias.

La escala numérica que mide el pH de las sustancias comprende los números de 0 a 14. Las sustancias más ácidas se acercan al número 0, y las más alcalinas (o básicas) las que se aproximan al número 14.

3.1.1. Análisis de pH antes de la mejora

El pH de corte de fermentación de la base fermentada de Yogurt bebible sin lactosa enriquecido con proteínas durante el primer semestre del año 2023 fue de 4,78, según lo que se muestra en el Gráfico 3-3.

Gráfico 3 - 3. pH antes de la mejora

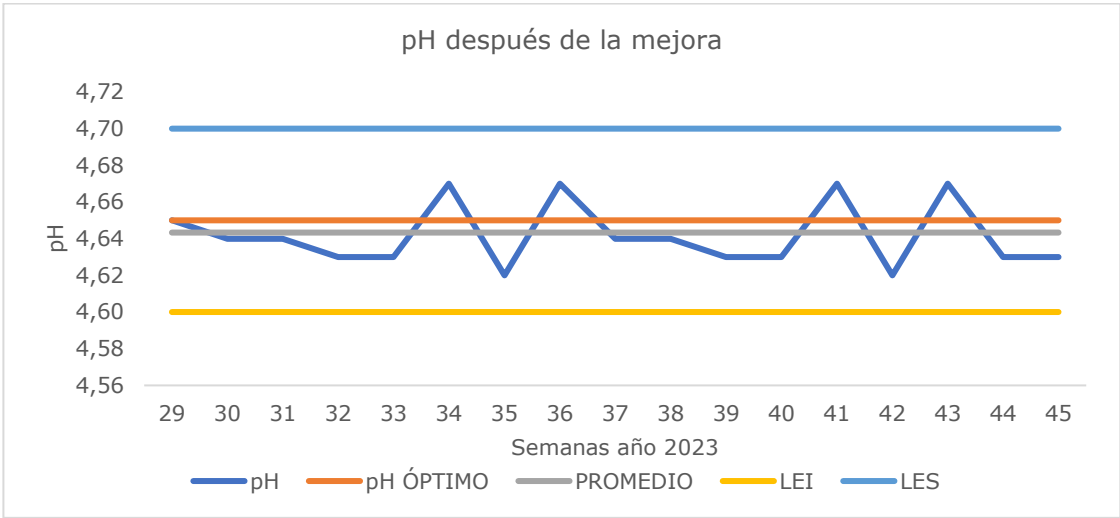


Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Análisis de pH después de la mejora

El pH de corte de la base fermentada de la base fermentada de Yogurt bebible sin lactosa enriquecido con proteínas después del cambio de cultivo, fue de 4.64, según lo que se evidencia en el Gráfico 3-4. Por lo tanto, se cumple con las Especificaciones Técnicas de Producto, que se encuentra entre de 4,60 a 4.70.

Gráfico 3 - 4. pH después de la mejora



Fuente: Elaboración propia

3.2. CAPACIDAD DE PROCESO

Las variables de salida o respuesta de un proceso deben cumplir ciertos objetivos y/o especificaciones para que se considere que el proceso se está desempeñando satisfactoriamente. Por tanto, la tarea principal del control de calidad es conocer el rendimiento o capacidad del proceso, que consiste en determinar la amplitud de la variabilidad natural del proceso para una determinada característica de calidad. Esto nos permite saber en qué medida dicho indicador de calidad es satisfactorio.

La capacidad del proceso consiste en el conocimiento de la amplitud de la variación natural del proceso para un indicador de calidad determinado. Permite saber en qué medida dicho indicador de calidad es satisfactorio (satisface los requisitos). Generalmente, para realizar un estudio de capacidad, los datos del proceso se recopilan durante un largo período de tiempo para que el desempeño del proceso quede bien reflejado.

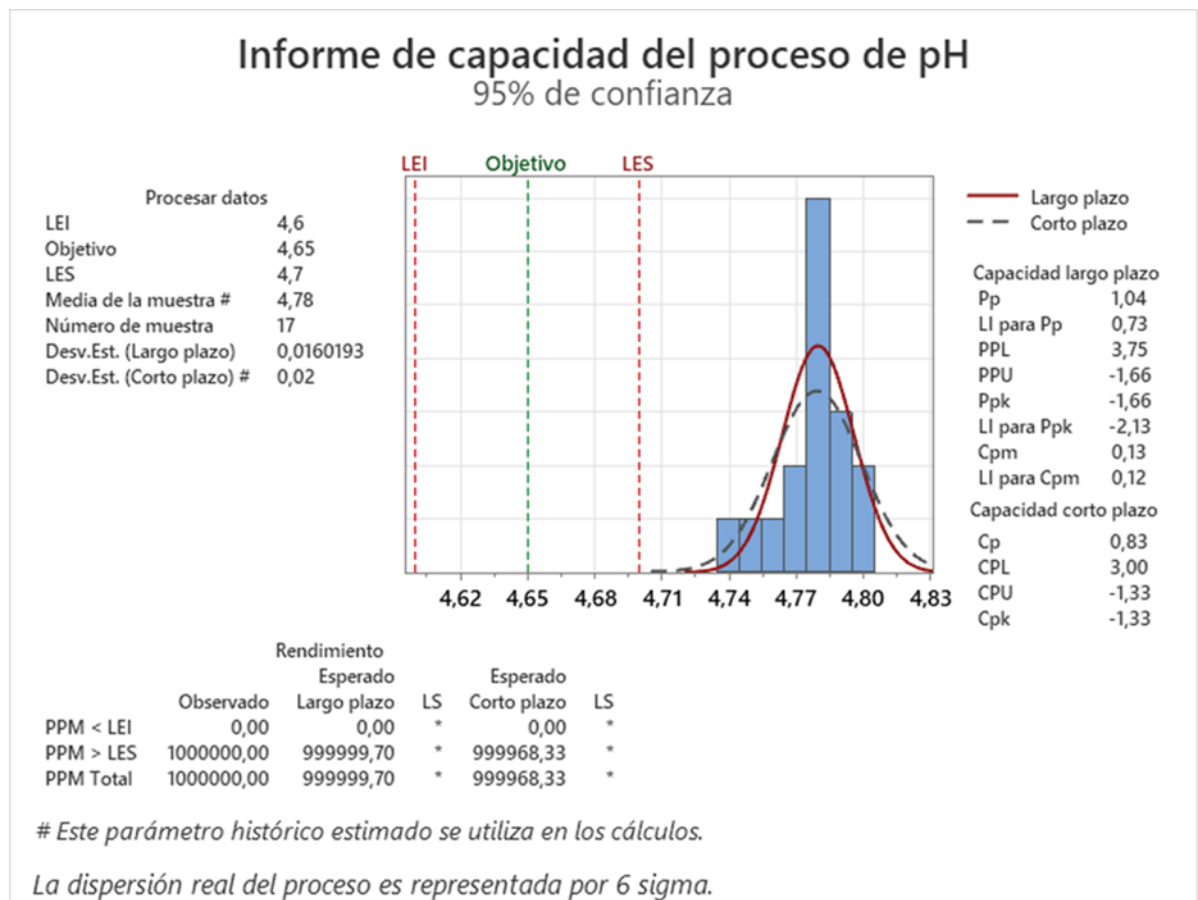
El índice de capacidad real del proceso (Cpk), suponiendo una distribución normal, muestra la habilidad de los procesos para cumplir con las especificaciones, lo que nos muestra las características de calidad de un proceso.

- $Cpk > 1,25$ satisfecho o proceso reamente capaz.
- $Cpk < 1,00$ el proceso no cumple por lo menos con una de las especificaciones, por lo tanto, la media del proceso está fuera de especificaciones.
- $Cp = Cpk$, valores próximos indica que la media del proceso está cerca del pinto medio de las especificaciones, por lo tanto, capacidad potencial y real son similares.

3.2.1. Análisis de capacidad de pH antes de la mejora

El informe de capacidad del proceso de pH de corte de fermentación de la base fermentada de Yogurt bebible sin lactosa enriquecido con proteínas durante el primer semestre del año 2023, se muestra en el Gráfico 3-5. Se midió un total de 17 muestras, obteniéndose un Cpk negativo de - 1,33.

Gráfico 3 - 5. Informe de capacidad antes de la mejora

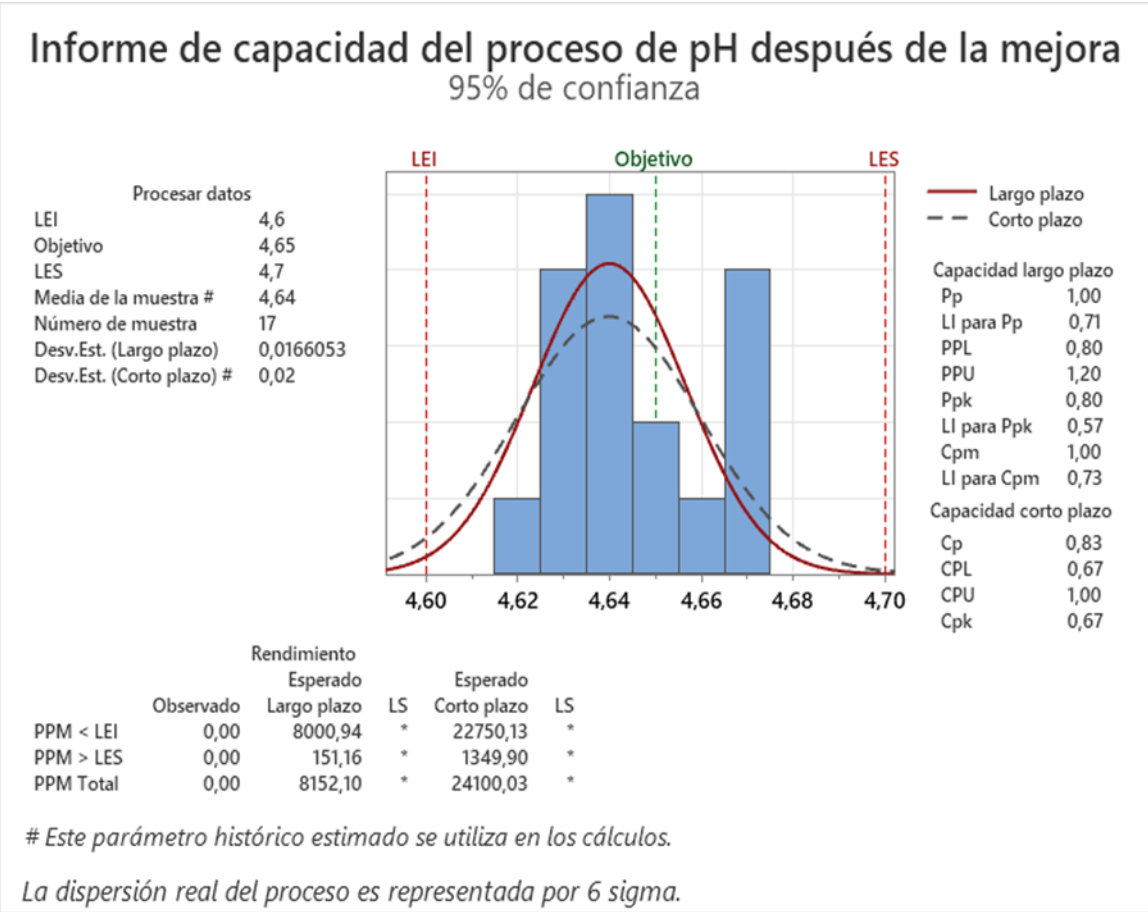


Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Análisis de capacidad de pH después de la mejora

El informe de capacidad del proceso de pH de corte de fermentación de la base fermentada de Yogurt bebible sin lactosa enriquecido con proteínas después de la mejora se muestra en el Gráfico 3 - 6. Se midió un total de 17 muestras, obteniéndose un Cpk positivo de 0,67.

Gráfico 3 - 6. Informe de capacidad después de la mejora



Fuente: Elaboración propia

3.3. COSTOS DE NO CALIDAD

Los Costos de la mala calidad por fallas internas son costos causados por productos o servicios que no se ajustan a los requisitos o necesidades del cliente/usuario y se encuentran antes de la entrega de productos y servicios a clientes externos. De lo contrario, habrían llevado a que el cliente no estuviera satisfecho. Las deficiencias son causadas tanto por errores en los productos como por ineficiencias en los procesos. Algunos ejemplos son los costos de depreciación, energía, mano de obra y servicios.

Costos de fallas internas ocurren antes de la entrega o envío al cliente sin ser estos partícipes directos de los mismos o vienen provocados por los productos y servicios que no cumplen con las especificaciones y que se detectan en la evaluación de ellos. Es el costo que incurre la empresa como consecuencia de los errores detectados antes de que la producción sea aceptada por el cliente de la empresa.

En la Tabla 3-1 muestra los costos de no Calidad durante los tres primeros meses del año 2023.

Tabla 3 - 1. Costos de no Calidad antes de la mejora

Nº	FECHA	ANTES DE LA MEJORA					BATCH 5800 KG
		ZDEP	ZENE	ZMOD	ZSER		
1	04-01-2023	\$ 164.260	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
2	10-01-2023	\$ 197.578	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
3	01-02-2023	\$ 148.405	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
4	14-02-2023	\$ 193.715	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
5	22-02-2023	\$ 217.296	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
6	03-03-2023	\$ 160.960	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
7	14-03-2023	\$ 180.275	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
8	16-03-2023	\$ 162.248	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
9	22-03-2023	\$ 160.960	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
TOTAL		\$ 1.585.697	\$ 1.086.480	\$ 1.539.180	\$ 1.448.640		52.200

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3-2 muestra los costos de no Calidad durante tres primeros meses del año 2023, después del cambio de cultivo, lo que muestra una disminución y por lo tanto un ahorro importante.

Tabla 3 - 2. Costos de no Calidad después de la mejora

Nº	FECHA	DESPUÉS DE LA MEJORA					BATCH 5800 KG
		ZDEP	ZENE	ZMOD	ZSER		
1	14-06-2023	\$ 95.160	\$ 71.360	\$ 101.099	\$ 95.160		5.800
2	20-06-2023	\$ 160.960	\$ 120.720	\$ 171.020	\$ 160.960		5.800
3	28-06-2023	\$ 114.240	\$ 71.360	\$ 101.099	\$ 95.160		5.800
4	12-07-2023	\$ 95.160	\$ 71.360	\$ 101.099	\$ 95.160		5.800
5	20-07-2023	\$ 95.160	\$ 71.360	\$ 101.099	\$ 95.160		5.800
6	26-07-2023	\$ 95.160	\$ 71.360	\$ 101.099	\$ 95.160		5.800
7	09-08-2023	\$ 28.548	\$ 21.408	\$ 59.470	\$ 28.548		5.800
8	18-08-2023	\$ 28.548	\$ 21.408	\$ 59.470	\$ 28.548		5.800
9	24-08-2023	\$ 28.548	\$ 21.408	\$ 59.470	\$ 28.548		5.800
TOTAL		\$ 741.484	\$ 541.744	\$ 854.925	\$ 722.404		52.200

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3-3 evidencia el total de ahorro durante un año, después de la disminución del 50% en el tiempo de fermentación de la base de Yogurt bebible sin lactosa, enriquecido con proteínas, de 14 a 7 horas.

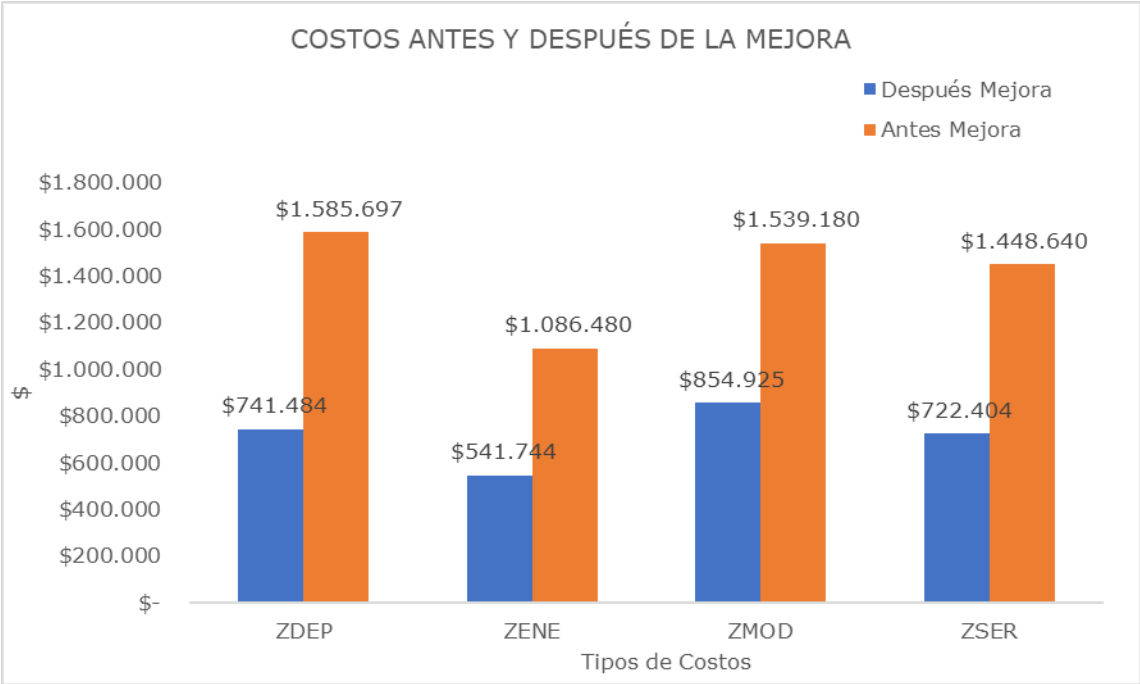
Tabla 3 - 3. Total de ahorro durante un año

TIPOS DE COSTOS		DIFERENCIA
ZDEP	DEPRECIACIÓN	\$ 844.213
ZENE	ENERGÍA	\$ 544.736
ZMOD	MANO DE OBRA	\$ 684.255
ZSER	SERVICIOS	\$ 726.236
TOTAL AHORRO POR TRES MESES		\$ 2.799.440
TOTAL AHORRO POR UN AÑO		\$ 11.197.760

Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 3 - 7 muestra la diferencia que existe antes y después de la mejora con una disminución de 11 millones de pesos durante un año.

Gráfico 3 - 7. Costos de no Calidad



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Se puede concluir tras el desafío planteado al área de Desarrollo de la empresa PROLAC, de disminuir el tiempo de fermentación de la base fermentada, y nuestro objetivo de disminución al 50% el tiempo de fermentación, de 14 horas a solo 7 horas.

Se logró identificar la causa que originaba esta desviación y se realizaron ensayos pilotos y 3 ensayos industriales, se obtuvo un ahorro durante el transcurso de un año 2023, de alrededor de 11 millones de pesos.

Esto permite una mayor eficiencia en tiempo de producción en la planta elaboradora de Yogurt, lo que genera un ahorro en energía, mano de obra y servicios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Codex Alimentarius. Leche y Productos Lácteos. Segunda edición. 2011. 265 p.
2. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Chile. Actualizado a enero 2019. 200 p.
3. GUTIÉRREZ, Rober Pulido y DE VARA, Román Salazar. Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. Tercera Edición. ISBN 16-17-18-19
4. SÁEZ Vega, Charles Fabián. Implementación del Ciclo de Deming (PDCA) para el mejoramiento de proceso. Memoria (Ingeniero en Ejecución en Gestión de la Calidad). Chile. UTFSM. Sede Concepción. 2013. ISBN 18-19-29-32. <https://repositorio.usm.cl/>
5. SERNAC. Servicio Nacional del Consumidor, La Radiografía del Yogur. Departamento de Calidad y Seguridad de Productos Reducidos en Lactosa y con Proteína Adicionada. Análisis de información nutricional y verificación de declaraciones nutricionales. Agosto 2020.
6. <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/ciclo-pdca-ciclo-deming-mejorar-procesos/>
7. ¿Qué es el costo de calidad (COQ)? | ASQ, <https://www.isixsigma.com/financial-analysis/cost-quality-not-only-failure-costs/>
8. <https://asq.org/quality-resources/cost-of-quality>
9. <https://www.significados.com/>
10. <https://www.chr-hansen.com/es>

ANEXOS

[ANEXO 1: Carta Gantt Trabajo de Título]

Carta Gantt Trabajo de Título																	
Objetivos	Actividades	Agosto			Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre
		32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Inicio	Primera Presentación																
	Reuniones con operarios de formulación																
	Reuniones con Supervisores de proceso																
2ª	Recopilar registros de pH																
	Recopilar registros de temperatura																
	Visita técnica con proveedores de insumos																
	Confeccionar Lluvia de Ideas																
	Elaborar Diagrama Causa Efecto																
	Elaborar Diagrama de Pareto																
	Revisar formulas																
3ª	Formular variedad de pilotos																
	Presentar pilotos a MKT																
	Escojer mejor alternativa																
	Programar Ensayos Industriales																
	Recopilar registros del Primer Ensayo																
	Recopilar registros del Segundo Ensayo																
	Recopilar registros del Tercer Ensayo																
4ª	Segunda Presentación																
	Analizar datos antes y después de mejora																
	Recopilar datos de costos antes y después de la mejora																
	Conclusiones																
	Tercera Presentación																
Recopilar Trabajo Final																	