



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Industrial

Autor:

Lomelin Bahamon, Diego Andrés.

Tutor:

MS.c. Carlos Leonel Burgos Arcos.

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Lomelin Bahamon Diego Andrés, con cédula de ciudadanía 2100571450, autor del trabajo de investigación titulado: Estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 08 de abril de 2025.



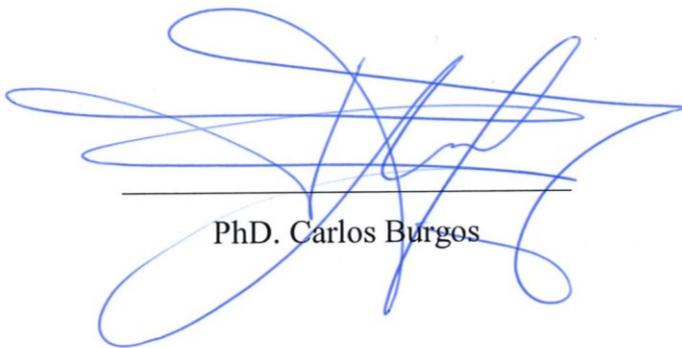
Diego Andrés Lomelin Bahamon

C.I: 2100571450

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Carlos Leonel Burgos Arcos catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, bajo la autoría de Lomelin Bahamon Diego Andrés; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 08 del mes de abril de 2025



PhD. Carlos Burgos

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, presentado por Lomelin Bahamon Diego Andrés, con cédula de identidad número 2100571450, bajo la tutoría de MS.c. Carlos Leonel Burgos Arcos; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 08 de abril de 2025

Vicente Soria Granizo, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Gabriela Serrano Torres, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



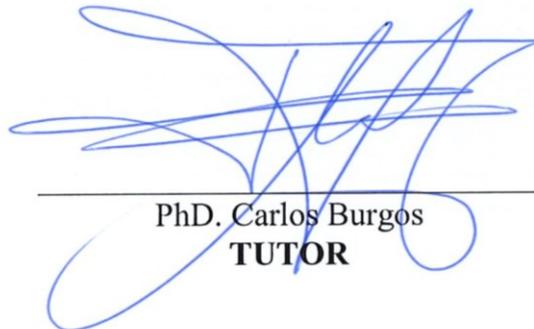
Omar Cabrera Escobar, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICADO ANTIPLAGIO Original

Que, Lomelin Bahamon Diego Andrés con CC: **2100571450**, estudiante de la Carrera **Ingeniería Industrial**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado “Estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH”, cumple con el 6%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio COMPILATIO MAGISTER, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 08 de abril de 2025



PhD. Carlos Burgos
TUTOR

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de gratitud, dedico este logro a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino.

A mi familia, que con su amor incondicional ha sido mi mayor impulso para seguir adelante.

A mi madre, Franci Elena Bahamon, la mujer que más me inspira en cuanto a amor, sacrificio y resiliencia. Mamá, no puedo encontrar palabras para expresar cuán agradecido estoy por todo lo que has hecho por mí a lo largo de los años. Me diste refugio en mis momentos más difíciles y me diste la fuerza para seguir adelante cuando parecía que toda esperanza se había perdido. Cada sacrificio, cada noche sin dormir y cada esfuerzo incansable que hiciste fue la base sólida sobre la que me apoyo mientras alcanzo mis sueños. Me has enseñado a o el apoyo, por tus palabras de sabiduría y por amarme incondicionalmente. Este logro lleva tu nombre tanto como lleva el mío.

A mi abuela, Delia Acevedo, la persona más desinteresada y cuidadosa. Aprecio verdaderamente el apoyo en mi vida y la comprensión que me has brindado a lo largo de los años. Con cada paso que doy, valoro la fuerza y el amor que me has ofrecido toda mi vida. Tú, junto con todas las demás personas que han caminado conmigo, representan un recordatorio constante de las luchas, la voluntad y la tenacidad inflexible que cada uno de ustedes ha ejemplificado.

Al Danny Achanga, quien me ha aconsejado en mi vida y me ha tratado como su hijo. Su cariño, apoyo y enseñanzas me ayudaron a crecer en gran medida.

A mi papá, Diego Armando Lomelin, por su amor y apoyo incondicional. Aunque estemos físicamente distantes, él siempre ha estado en mi corazón y en mi camino.

A mis tías Adriana, Mayra y Esmeralda, por su amor y apoyo incondicional. A mis primos y primas que están empezando a forjar su camino en la vida. Espero ser un ejemplo para ellos de que con ¡Determinación se pueden alcanzar los sueños!

Gracias a Melany Chila por esa compañía constante, esas palabras de motivación y sobre todo su inmensa calma. En mis momentos de mayor estrés, tu apoyo incondicional y la fe que me tuviste cuando yo ya no creía en mí, me permitieron tener una de esas oportunidades. Gracias por ser uno de los soportes más importantes gracias a la fe que siempre tuviste en mí. Tu cariño y comprensión han hecho que el trayecto fuera más placentero y siempre te estaré agradecido por ello.

A todos aquellos que de una u otra manera me alentaron y apoyaron en este largo viaje académico, gracias por ser parte de la historia de mi vida.

Este logro no es solo mío, es de todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. Carlos Burgos, tutor de mi tesis, por su guía, paciencia y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Su orientación fue fundamental para alcanzar los objetivos planteados.

Doy gracias a mis profesores que a lo largo de mi formación académica me aportaron en su crecimiento profesional, compartiendo sus conocimientos y experiencias conmigo.

Por supuesto, menciono a mi familia, ya que ellos, junto a mis amigos y compañeros, brindaron su apoyo en diferentes etapas de este proceso, y todos juntos, con su compañía y ánimo, facilitaron el proceso.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron con su ayuda y motivación para que este proyecto llegara a su conclusión, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORIA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Planteamiento del problema	16
1.1 Formulación del problema.....	19
1.2 Objetivos	19
1.2.1 General	19
1.2.2 Específicos.....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Leche.....	20
2.1.1 Características organolépticas.....	20
2.2 Queso	20
2.3 Queso Mozzarella	21
2.3.1 Historia del queso mozzarella.....	21
2.3.2 Características del queso mozzarella.....	21
2.3.3 Clasificación del queso mozzarella.....	23
2.4 Estandarización.....	23
2.5 Normativas de Calidad.....	23
2.5.1 Norma ISO.....	23
2.5.2 Norma ISO 8586-Análisis sensorial.....	24
2.5.3 Normativa Ecuatoriana de Calidad (INEN).....	24
2.6 Las 5M's de Calidad en Procesos Productivos.....	25
2.6.1 Mano de Obra	25
2.6.2 Métodos.....	25
2.6.3 Maquinaria.....	25
2.6.4 Medio Ambiente	25

2.6.5	Materiales	26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		27
3.1	Área de Estudio.....	27
3.2	Enfoque de la investigación.....	28
3.3	Tipo de Investigación.....	28
3.4	Diseño de Investigación	28
3.5	Técnica de Investigación	28
3.5.1	Observación	29
3.5.2	Encuesta.....	29
3.5.3	Revisión documental.....	29
3.6	Población y Muestra.....	29
3.7	Operacionalización de la variable	31
3.7.1	Variable Independiente.....	31
3.7.2	Variable Dependiente.....	32
3.8	Procedimiento.....	33
3.8.1	Diagnóstico de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH	33
3.8.1.1	Evaluación de la situación actual del proceso existente para la elaboración del queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH	33
3.8.1.2	Determinación del nivel de estandarización presente en el proceso de elaboración del queso mozzarella.....	39
3.8.2	Determinación del nivel de calidad del queso mozzarella.....	47
3.8.3	Establecimiento de la estandarización del proceso productivo y selección de la etapa óptima para automatizar	54
3.8.3.1	Determinación de niveles de automatización en el proceso productivo	54
3.8.3.1.1	Análisis de procesos manuales, semiautomáticos y automáticos	54
3.8.3.1.2	Identificación de elementos automatizables en los subprocesos	55
3.8.3.2	Identificación de parámetros para evaluar la viabilidad de automatización.....	56
3.8.3.3	Desarrollo de la matriz de priorización para seleccionar el subproceso que se automatizará.	57
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		59
4.1	Diagnostico de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH	59
4.1.1	Información general de la planta CETTEPS-UNACH.....	59
4.1.1.1	Estructura organizacional	59
4.1.1.2	Productos que elabora la planta CETTEPS-UNACH.....	61
4.1.1.3	Diagrama del proceso de producción de queso mozzarella.....	61

4.1.2	Evaluación de la situación actual del proceso existente para la elaboración del queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH.....	63
4.1.3	Determinación del nivel de estandarización presente en el proceso de elaboración del queso mozzarella.	65
4.2	Determinación del nivel de calidad del queso mozzarella.....	70
4.3	Estandarización del proceso y selección de la etapa óptima para automatizar.	74
4.3.1	Identificación de la etapa optima a automatizar del proceso productivo a través de la matriz de priorización.	74
4.3.2	Análisis de las puntuaciones logradas en la matriz de priorización por subproceso.....	95
4.3.3	Justificación del subproceso más adecuado a la automatización seleccionado	95
4.3.4	Desarrollo de la Propuesta de Automatización de la etapa seleccionada en el proceso de elaboración de queso Mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.	96
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		105
5.1	Conclusiones.....	105
5.2	Recomendaciones	107
BIBLIOGRAFÍA		108
ANEXOS.....		113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos de aspectos de queso mozzarella.	22
Tabla 2 Requisitos del queso mozzarella.	22
Tabla 3 Requisitos microbiológicos para queso mozzarella.....	22
Tabla 4 Variable Independiente.	31
Tabla 5 Variable Dependiente.	32
Tabla 6 Matriz de criticidad del proceso productivo del queso mozzarella.	34
Tabla 7 Modelo de Matriz de Evaluación de las 5M's en un subproceso.....	37
Tabla 8 Lista de cotejo del nivel de estandarización en el proceso productivo del queso mozzarella.	40
Tabla 9 Cuestionario para evaluar el nivel de Estandarización.	44
Tabla 10 Lista de cotejo del nivel de calidad en el proceso productivo del queso mozzarella.....	49
Tabla 11 Productos lácteos que se producen en la planta	61
Tabla 12 Evaluación de las 5M's en el proceso productivo de queso mozzarella.....	63
Tabla 13 Resultados del nivel de estandarización de la planta CETTEPS-UNACH según encuesta.	66
Tabla 14 Determinación del nivel de estandarización de la planta CETTEPS-UNACH.	67
Tabla 15 Determinación del nivel de calidad del queso mozzarella.	70
Tabla 16 Evaluación del criterio de estandarización.....	75
Tabla 17 Evaluación del criterio Presencia de Equipos.	77
Tabla 18 Evaluación del criterio Definición de ciclos.	79
Tabla 19 Evaluación del criterio Parámetros de control.	82
Tabla 20 Evaluación del criterio Impacto en la calidad.	84
Tabla 21 Evaluación del criterio Complejidad técnica.	86
Tabla 22 Evaluación del criterio Costo-beneficio potencial.....	89
Tabla 23 Matriz de priorización para la selección de la etapa óptima a automatizar.....	92
Tabla 24 Parámetros de automatización de la etapa de pasteurización.....	97
Tabla 25 Equipos a implementar para la automatización de la pasteurización.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Leche y sus derivados.	20
Figura 2 Mapa de ubicación de la zona de estudio Planta CETTEPS-UNACH.....	27
Figura 3 Instalaciones de la Planta procesadora de lácteos "CETTEPS-UNACH".....	59
Figura 4 Estructura operativa temporal de la planta CETTEPS-UNACH.	60
Figura 5 Proceso general para la elaboración de queso mozzarella.	62
Figura 6 Diagrama de Dispersión para la matriz de priorización.	94
Figura 7 Esquema del proceso de automatización de la pasteurización P&ID.....	102
Figura 8 Esquema del proceso de automatización de la pasteurización.....	103

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, ubicada en Riobamba. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, con el uso de observación directa, encuestas y matrices de priorización para identificar los pasos críticos y las oportunidades. La investigación se consideró de tipo descriptivo, ya que se estudió en forma minuciosa las etapas del ciclo productivo desde la recepción de la leche hasta el empaquetamiento del queso. Los resultados obtenidos indicaron qué etapas tenían un alto potencial para la automatización, como la pasteurización (8.92), así como también el lavado y el hilado (8.12), y el enfriamiento (7.92). Estas etapas destacaban por poseer un alto grado de estandarización, protocolos definidos y equipos que permitían la automatización. En contraste, las etapas de recepción de leche, adición de calcio y finalmente la cuajada obtuvieron puntajes bajos por la ausencia de estandarización y sobre la falta de los equipos requeridos para la automatización. Con base en los análisis se eligió como el subproceso más adecuado para su automatización, la pasteurización, por tener un nivel alto en estandarización, el equipo que existe y el beneficio que se obtiene en la calidad del queso. La propuesta de automatización sugerida contiene un sistema HTST que está en armonía con la producción de la planta mientras mejora la seguridad microbiológica y la calidad del queso mozzarella. En conclusión, la investigación mostró que el proceso de producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH está moderadamente estandarizado con un índice de calidad total del 52.5%. La automatización de la pasteurización permitirá mejorar la consistencia del producto y ofrecer una valiosa experiencia educativa a los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial.

Palabras claves: estandarización, automatización, sensores, actuadores, controladores

ABSTRACT

This study aimed to analyze the standardization processes necessary to automate the mozzarella cheese production at the CETTEPS-UNACH manufacturing facility in Riobamba, Ecuador. A quantitative research approach was employed, utilizing direct observation, surveys, and priority matrices to identify critical stages and potential improvements within the production process. The study is descriptive, offering a detailed analysis of the manufacturing process, from milk reception to cheese packaging. The findings highlight key stages with high automation potential, such as pasteurization (8.92), followed by the washing and stretching process (8.12), and cooling (7.92). These phases were characterized by high levels of standardization, well-defined protocols, and suitable equipment, indicating the feasibility of automation implementation. Conversely, stages like milk reception and the addition of calcium and rennet scored low due to a lack of standardization and the absence of proper automation equipment. Based on this analysis, the pasteurization process was identified as the most suitable candidate for automation. This decision is grounded in its high standardization, availability of compatible equipment, and its significant impact on cheese quality. The proposed automation involves the adoption of an HTST system tailored to the production scale, which would enhance milk safety and mozzarella cheese quality. In conclusion, this study found that the mozzarella cheese manufacturing process at CETTEPS-UNACH is at an intermediate level of standardization, with an overall quality score of 52.5%. This study suggests that implementing automation, particularly in the pasteurization stage, will improve product consistency and provide valuable learning opportunities for students in the Agro-industrial Engineering program.

Keywords: standardization, automation, sensors, actuators, controllers.

Reviewed by



MsC. Adriana Ximena Cundar Ruano, Ph.D.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 1709268534

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El queso mozzarella es un producto lácteo de pasta cocida e hilada, elaborado con leche entera o semi descremada pasteurizada, adicionada con cultivo láctico específico. Es importante destacar que este es uno de los principales productos agrícolas a nivel mundial, por lo que se producen más de 18 millones de toneladas anualmente según reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), sin embargo, la gran mayoría de estas toneladas de queso son fabricadas artesanalmente con utensilios mecánicos y con muy poca interacción con la automatización (Schaller, 2003).

En Ecuador, la industria del queso, especialmente las pymes, se enfrenta al problema de la variabilidad de la calidad del queso debido a que el manejo del proceso productivo del mismo es obsoleto (Montero, 2013). En el Centro de Capacitación, Transferencia Tecnológica, Producción y Servicios (CETTEPS) de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), el proceso de elaboración del queso mozzarella no se ejecuta correctamente, ya que se ha logrado detectar varias falencias, tales como, deficiente recepción de materia prima, sistema de tuberías que transportan la leche a la marmita están deshabilitados, manipulación directa con el producto a través de las tomas de temperatura, cortes de excesos y etiquetado; y ventilación no homogénea, por lo tanto, la automatización de procesos es una de las estrategias que se debe adoptar para eliminar los errores identificados y a su vez rebajara los tiempos de producción puesto que se estandarizaran los mismos dentro del proceso.

El presente trabajo de investigación pretende mejorar la producción e incrementar los niveles de calidad en la línea de proceso de quesos, mediante un estudio de estandarización con fines de automatización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, para conseguirlo se identificará todas las etapas del proceso productivo de fabricación de queso mozzarella para generar una propuesta de automatización en el proceso conociendo todos y cada uno de los pasos para la fabricación de este queso.

Vale recalcar que en la primera fase del presente trabajo de titulación se aplicara una investigación de campo debido a las visitas técnicas que se debe realizar a la planta CETTEPS-UNACH en busca de información que sirva para definir los niveles de estandarización del proceso productivo del queso mozzarella con la finalidad de identificar los factores que permitan optimizar la calidad del producto.

Como segunda fase se determinará los niveles de calidad del proceso productivo del queso mozzarella, para llevar a cabo esto, se debe acceder a nuevas tecnologías y diseños que ayuden a mejorar la calidad del producto, tiempo de producción y rentabilidad.

Por último, en la tercera fase, se planteará una propuesta de estandarización del proceso productivo de queso mozzarella, esto ayudara a la optimización del proceso en el momento de fabricar el producto lácteo, de tal manera que se pueda aumentar la producción manteniendo la calidad en todos los quesos, para esto se realizaran observaciones, mediciones, toma de datos, toma de tiempos, observación de factores y variables que forman parte del proceso y en base a toda esta información recolectada poder identificar las fases del proceso más críticas y las más importantes en las cuales se pueda plantear una propuesta de automatización.

1.1 Planteamiento del problema

En 2006, los informes de la FAO indicaron que las exportaciones de queso alcanzaron un total de 4.6 millones de toneladas por un valor de 18 mil millones de dólares, lo que incluyó el comercio entre los estados de la Unión Europea UE. El mercado mundial del queso está dominado principalmente por la Unión Europea, que representa casi el 75% de las exportaciones totales, a pesar de que la región no es muy productiva en eficiencia de costos. Los mercados de queso “globales” están fuertemente subsidiados por sistemas complejos dentro de la UE que han logrado alcanzar y mantener tal poder. Estas políticas causaron distorsiones en la competencia que otros países participantes tuvieron que contrarrestar, lo que resultó en un mercado aún más distorsionado. Alemania, Países Bajos y Francia, son los tres principales líderes en exportaciones y juntos representan el 44% del total (Schaller, 2003).

En Ecuador las plantas procesadoras y productoras de queso, no cuentan con las características técnicas y tecnológicas suficientes para poder ofrecer un queso de buena calidad al mundo, sobre todo manteniendo una excelente calidad en altos volúmenes de producción como lo exige el mercado internacional. Según Orozco (2015) en el Ecuador existen 31 empresas dedicadas a la producción de lácteos, según el último censo económico del 2010. En algunas empresas la producción de quesos es más importante que en otras, también comenta que ocho de cada diez ecuatorianos dicen que compran queso fresco y le sigue en preferencia la mozzarella (Chiliquinga & Quinto, 2017).

En la planta de lácteos de la carrera de agroindustrial se cuenta con la maquinaria necesaria para poder participar de la industria quesera del país, ya que sus principales productos de fabricación son el queso fresco y el queso mozzarella, sin embargo en la planta cuentan con deficientes niveles de producción establecidos, ya que se tiene una escasa autonomía en el manejo de dinero, lo cual dificulta establecer clientes, ya que no se tiene bien estructurada una estrategia de retorno de la inversión, Al contar con esta autonomía limitada en el manejo de presupuestos y en la toma de decisiones, se dificulta obtener las certificaciones sanitarias

correspondientes ya que para ello debe existir un encargado legal de la planta que se encargue del procesado y almacenado diario.

Al iniciar el proceso se comienza con la recepción de materia prima en un tanque que se encuentra ubicado afuera del cuarto de máquinas, se puede observar que tiene un tamiz para filtrar los desechos de la leche, sin embargo, este tanque de recepción se encuentra inhabilitado, ya que no cuenta con la tubería que transporte la leche hasta la marmita, por lo tanto, la leche debe ser vertida directamente a la marmita sin antes haber pasado algún filtro para sus desechos; se tiene una marmita doble fondo con una capacidad máxima de 300 litros, la cual no cuenta con una tapa en la parte superior para evitar la contaminación de la leche por algún residuo del ambiente, adicional a esto los practicantes deben tomar la temperatura de la leche manualmente con un termómetro, esto puede ocasionar que algún desecho caiga desde la mano de los practicantes hacia la leche, también cuando se tienen variaciones en la temperatura según lo que indica el termómetro, se procede a abrir la llave de paso de vapor para que este aumente nuevamente la temperatura de la marmita y se mantenga lo más cercano posible a una temperatura constante ideal para que se forme el cuajo, no se tienen definidos los tiempos en los que ingresa la leche a la marmita hasta que se forma el cuajo, ya que por las variaciones de temperatura los tiempos también son variables, con respecto a la cantidad de cuajo que se le aplica a la leche, no se tiene una medida establecida, ya que esta dependerá de la cantidad de leche que contenga la marmita, por lo tanto no se tiene bien establecido el ingreso de la materia prima hacia la planta y para iniciar el proceso de fabricación de queso, una vez que transcurrió el tiempo en el que la leche se transformó en cuajo, a través de la observación y tacto se procede a validar que el cuajo está listo para pasar a los moldes, los cuales se encuentran sobre una mesa de acero inoxidable, el proceso de la colocación del cuajo en los moldes se realiza manualmente, entonces la homogeneidad de cuajo en cada molde depende de la cantidad que ponga en cada uno la persona encargada de este proceso, una vez listos los moldes con el cuajo, se avanza hacia la cámara de maduración la cual se encuentra hermetizada e internamente cuenta con ventilación a través de unos ventiladores que se encuentran en la parte superior de la cámara, en este proceso podemos observar que la cámara cuenta con diferentes niveles donde se colocan las bandejas con los moldes con cuajo, podemos observar que las bandejas en los niveles inferiores reciben menor ventilación que las que se encuentran en la parte superior, ya que las de arriba están más cerca de los ventiladores, es importante recalcar que durante este proceso de maduración el queso obtiene su coloración y que los quesos que se encuentran en los niveles inferiores tienden a ser más pálidos, ya que la coloración depende del flujo de aire que reciben, por lo tanto, un operario debe cambiar de niveles constantemente a las bandejas con los quesos

para que en la mayor medida de lo posible todos los quesos obtengan la misma coloración y consistencia, este tiempo para cambiar de niveles las bandejas tampoco está estandarizado ya que el operario lo realiza durante intervalos irregulares. Una vez el queso ha conseguido la coloración y consistencia adecuada, se procede a sacarlos de la cámara de maduración y pasan directamente a una mesa donde a través de la observación se identifican los excesos de los bordes del queso y manualmente con algún utensilio como un cuchillo, proceden a retirar estos excesos, una vez retirados los excesos se avanza a la colocación del queso dentro de una funda plástica transparente sin etiqueta, la cual es sellada al vacío en una máquina de vacío con la que cuenta la planta, posteriormente a que el queso fue sellado al vacío se procede a pegarle la etiqueta al queso, que inmediatamente pasa a ser almacenado para su consumo.

Por lo tanto, podríamos decir que la planta no tiene una adecuada estandarización de los procesos, puesto que no se cuenta con registros de formatos, existe un grado de desorden en las actividades del proceso, no se cuenta con guías formales de trabajo para los operarios, a esto también se suma que no se aplican todas las normas sanitarias que se tienen que aplicar en el proceso, como consecuencia de ello se tiene desperdicios de materiales y pérdidas de tiempo, el producto no alcanza su calidad óptima no se pueden definir los niveles de producción adecuados al fin de la planta, y además la misma no dispone de certificado sanitario para la comercialización del producto.

Estas situaciones podrían ser abordadas al establecer para el proceso productivo su nivel de calidad, por medio de la evaluación de cinco factores: maquinaria, materiales, método, medio ambiente y mano de obra, determinando también para el nivel de estandarización del proceso productivo, basándose en la verificación del cumplimiento de la norma INEN 9001 sobre los sistemas de gestión de calidad, y finalmente estableciendo un nivel de calidad del queso mozzarella, utilizando como herramienta de evaluación la norma INEN 82, que versa sobre los requisitos requeridos para la producción de queso mozzarella, incluyendo factores adicionales a esta norma como diseño del empaque, la presentación visual del queso y la calidad del servicio.

Con las herramientas descritas anteriormente se espera analizar el proceso productivo del proceso del queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH con el fin de establecer la factibilidad y mejor área para una automatización, para ello se debe establecer primeramente el nivel general de estandarización del proceso productivo del queso mozzarella en la planta, basándose en el cumplimiento de la norma ISO 9001, la cual establece los parámetros necesarios para el establecimiento de un sistema de gestión de calidad, tomando en cuenta que el propósito de la planta no es comercial sino académico, lo cual servirá como base para luego,

por medio de una matriz de criticidad con parámetros como estandarización, presencia de equipos, definición de ciclos, parámetros de control impactos de calidad, complejidad técnica y análisis del costo beneficio potencial se determine en subproceso más óptimo a ser automatizado.

1.1 Formulación del problema

¿Qué nivel de estandarización posee actualmente el proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH para determinar la etapa óptima de automatización?

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Realizar un estudio de estandarización, mediante un análisis del proceso productivo del queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, con fines de automatización

1.2.2 Específicos

- Evaluar la situación actual del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, a través de una matriz de criticidad y una matriz de evaluación de las 5M para cada subproceso, para la definición del nivel de estandarización presente en dicho proceso.
- Determinar los niveles de calidad del queso mozzarella, por medio de la aplicación de la norma INEN 82, para el planteamiento de oportunidades de mejora en la calidad.
- Establecer la estandarización del proceso productivo de queso mozzarella, en base a la norma INEN 9001 y una matriz de priorización, para la identificación de la etapa óptima a automatización en la planta CETTEPS-UNACH.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Leche

La leche es considerada como un líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos y se obtiene mediante el ordeño completo de una o más vacas que están bien alimentadas y cuidadas, siendo muy nutritiva (Gualila, 2018) como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Leche y sus derivados.



Nota. Tomado de (Gualila, 2018)

2.1.1 Características organolépticas

Gualila (2018) menciona las principales características de la leche:

- **Color:** generalmente la leche fresca es de color blanco; si la leche presenta rico valor en grasa, se torna cremoso, mientras que si la leche es eficiente en grasa se torna blanca con un ligero tono azulado.
- **Olor:** la leche fresca no mezcla ningún olor en particular; a pesar de ello, la leche puede fácilmente captar olor de recipientes en que se almacena, como también alterarse por el uso de forraje.
- **Sabor:** la leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce debido a la presencia de lactosa, de manera similar deja un olor desagradable y un sabor rancio debido a la hidrólisis de las grasas; también después de la etapa de lactancia el sabor de la leche es generalmente salado, lo que se debe al aumento de cloruro.

2.2 Queso

Según Ramírez *et al* (2012) el queso se define como un producto blando, semiblando, duro o extraduro y madurado o no madurado que puede tener una corteza y se elabora a partir

de leche mediante coagulación parcial o completa donde la relación de proteína de suero a caseína no es mayor que la de la leche.

Es un alimento producido por la coagulación de leche entera, descremada o semidescremada a través de la acción del cuajo y el posterior drenaje del suero, y está disponible en forma fresca o madurada (Ramírez et al., 2012).

Para lograr un queso con propiedades organolépticas y físico-químicas especiales, Ramírez *et al* (2012) afirma que la calidad de la leche para la elaboración del queso debe cumplir ciertos requisitos y juega un papel significativo, tales como:

- Leche cruda de baja calidad bacteriana.
- La leche debe ser de naturaleza físico-química y organoléptica normal.
- El contenido de proteínas coagulantes debe estar presente en cantidades adecuadas.
- Leche cruda libre de sustancias inhibitorias (antibióticos, residuos de detergentes, etc.).

2.3 Queso Mozzarella

De acuerdo con Alcántara & León (2022) la mozzarella es un queso blando, de sabor suave, color blanco amarillento y con una textura elástica no madura. Su estructura se asemeja a una red de proteínas en forma de hebras las cuales están dispuestas en paralelo y no poseen gránulos de cuajada. Además, este tipo de queso posee ciertas características como la ausencia de corteza y la capacidad de adaptarse a diferentes formas. La mozzarella es producida a partir de leche cruda o pasteurizada a través de la incorporación de fermentos lácteos. Su textura es elástica y se usa como ingrediente base en la elaboración de pizzas, sándwiches, ensaladas y hasta en platos de alta cocina.

2.3.1 Historia del queso mozzarella

La idea de este queso surgió por la falta de medios de conservación. Se evidenció que, al cocinar cuajada, esta adquiría ciertas características deseadas. Por ejemplo, al estirarla, la cuajada adquiría una estructura firme y poseía menor humedad. En la antigüedad, se utilizaba leche de búfala, la cual es escasa. En la actualidad, se elabora el queso a base de leche de vaca o de oveja. Además, se emplea mucho en la pizzería, en platos calientes, ensaladas, ya que se conserva la gran parte de los componentes de la leche (Alcántara & León, 2022).

2.3.2 Características del queso mozzarella

La norma INEN 0082: 2011. Queso Mozzarella. Requisitos, muestra que el producto debe cumplir con ciertas descripciones, seguidamente, se detallan en la tabla 1 con los aspectos, en la tabla 2 con la humedad y grasa, y la tabla 3 con los requisitos microbiológicos:

Tabla 1*Requisitos de aspectos de queso mozzarella.*

Parámetros	Características
Forma	Ovoidal (pera) y de diversas dimensiones. Consistencia semidura.
Corteza	Aspecto liso. Textura blanda y elástica.
Pasta	Sin agujeros.
Color	Uniforme. Varía de blanco a amarillo brillante.
Sabor	Ligeramente ácido (característico de este tipo de queso).

Nota. Queso Mozzarella - Requisitos. Adaptado de Norma INEN 82 (2011).**Tabla 2***Requisitos del queso mozzarella.*

REQUISITOS	Mín.	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	-	60	INEN 63
Grasa en el extracto seco	45	-	INEN 64

Nota. Queso Mozzarella - Requisitos. Adaptado de Norma INEN 82 (2011).**Tabla 3***Requisitos microbiológicos para queso mozzarella.*

REQUISITO	N	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas UFC/g	5	2*10 ²	103	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Stafilococcus Aureus UFC/g	5	10	102	1	NTE INEN 1529-14
Listeria monocytogenes/25 g	5	Ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25 g	5	Ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

Nota. Queso Mozzarella - Requisitos. Adaptado de Norma INEN 82 (2011).

Dónde:

n= Número de muestras a examinar

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M .

2.3.3 Clasificación del queso mozzarella

Según FAO (2017) para la clasificación del queso mozzarella, se toma en cuenta el contenido de humedad:

- **Queso mozzarella de alto contenido de humedad:** es un queso blando que tiene una estructura estratificada y puede formar bolsas que pueden contener un líquido lechoso. Se puede empaquetar con o sin el líquido. Es de un color blanquecino.
- **Queso mozzarella de bajo contenido de humedad:** es un queso semiduro firme, libre de agujeros y de textura quebradiza.

2.4 Estandarización

De acuerdo con Pérez (2014) define proceso como cualquier actividad o grupo de actividades que emplea un insumo, le agrega valor y obtiene un producto para suministrarlo al cliente externo o interno.

La estandarización se realiza mediante los siguientes pasos:

- Involucrar al personal operativo.
- Investigar y determinar la mejor forma para alcanzar el objetivo del proceso.
- Documentar con fotos, diagramas, descripción breve.
- Capacitar y adiestrar al personal.
- Implementar formalmente el estándar.
- Verificar los resultados.
- Si el resultado se apega al estándar, continuar la implementación, si no, analizar la brecha y tomar acción correctiva.

La estandarización o normalización persigue principalmente 3 objetivos:

- **Simplificación:** Se trata de reducir los modelos quedándose únicamente con los más necesarios.
- **Unificación:** Para permitir la intercambiabilidad a nivel internacional.
- **Especificación:** Se persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso.

2.5 Normativas de Calidad

2.5.1 Norma ISO

La Organización Internacional de Normalización O también conocida como Normas ISO, constituyen un conjunto de estándares globales que establecen requisitos y lineamientos para los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) en las organizaciones. Es importante destacar que estas normas internacionales proporcionan una metodología estructurada y sistemática que abarca todos los elementos necesarios para implementar un SGC efectivo, con el objetivo primordial de administrar y mejorar continuamente la calidad de los productos o servicios ofrecidos (Matamoros, 1999).

2.5.2 Norma ISO 8586-Análisis sensorial

En la industria alimentaria, especialmente en la producción de lácteos, las Normas ISO son muy importantes, ya que establecen puntos de referencia específicos durante el ciclo de producción para garantizar la calidad y seguridad del producto. En este sentido, la Norma ISO 8586-1:2014 es un documento crucial para el análisis sensorial del queso, ya que permite una evaluación y valoración exhaustiva de sus características organolépticas y su calidad (INEN, 2014).

El análisis sensorial es una ciencia que utiliza los sentidos humanos, incluyendo la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído para medir, analizar e interpretar las acciones y percepciones estimuladas por los alimentos. Con respecto al queso, la evaluación sensorial significa determinar y medir elementos de múltiples atributos, como el sabor, el olor, la textura, la apariencia y otros factores que afectan al consumidor (INEN, 2014).

2.5.3 Normativa Ecuatoriana de Calidad (INEN)

Las normas INEN son normas nacionales establecidas por el Servicio Nacional de Normalización Ecuatoriano, que son legalmente vinculantes dentro del país. Su objetivo final es establecer un estándar para los productos y servicios que se producen en el país en términos de calidad, seguridad y eficacia (INEN, 2011).

Dentro de este conjunto normativo, la INEN 82 aborda puntualmente los lineamientos que rigen la elaboración de quesos frescos no madurados. Esta norma establece las definiciones, características, requisitos y ensayos que deben cumplir los quesos frescos, incluyendo el queso mozzarella. Especifica las materias primas permitidas, su composición química, propiedades físicas, características sensoriales y criterios microbiológicos. Los fabricantes se acogen a esta norma para asegurar la inocuidad, calidad y estandarización de sus productos lácteos (INEN, 2011).

El servicio patrono de normalización procura que se cumplan las disposiciones técnicas por medio de inspecciones fiscalizaciones y controles de calidad en diversas etapas el proceso

productivo, de esta forma se consolida un contexto normativo que promueve la estandarización y la mejora continua en beneficio de los usuarios ecuatorianos (INEN, 2011).

2.6 Las 5M's de Calidad en Procesos Productivos

De acuerdo con Desimavilla (2016) las 5M's representan cinco elementos fundamentales que son examinados en los procesos de producción al implementar sistemas de gestión de calidad y enfoques de mejora continua. En otras palabras, estas son variables relacionadas con la identificación de las causas subyacentes de los problemas que emergen en productos y procesos, desempeñando un papel esencial como herramienta principal en la mejora continua. Vale la pena mencionar que esta metodología fue creada por Toyota para solucionar problemas en su sistema, considerando factores relevantes para el diagnóstico y tratamiento de problemas. Estos cinco aspectos fundamentales son:

2.6.1 Mano de Obra

El elemento denominado mano de obra requiere una evaluación completa del personal productivo tomando en cuenta sus conocimientos, sus habilidades específicas y su entrenamiento, abarcando factores como la motivación y el trabajo en equipo, lo que se busca establecer ese cada integrante del grupo laboral posee las habilidades requeridas para llevar a cabo de forma eficiente sus funciones durante todos los procesos productivos (Alarcón et al., 2020).

2.6.2 Métodos

Alarcón *et al* (2020) argumenta que este aspecto se centra en la estandarización y formulación de prácticas laborales junto con la definición de operaciones clave. Por lo tanto, incluye la creación de procedimientos, instrucciones y documentos de política que especifican cómo deben ejecutarse las diversas actividades dentro de los procesos. Se entiende que la estandarización de métodos está destinada a mejorar la consistencia del rendimiento laboral, reducir variaciones no deseadas y asegurar que los resultados deseados se logren.

2.6.3 Maquinaria

Según Desimavilla (2016) este factor se centra en el estudio de la capacidad operativa de las máquinas utilizadas en el proceso, sus condiciones de trabajo y su análisis comparativo con otras máquinas similares. Este análisis permite identificar posibles cambios, como la adopción de otros modelos de maquinaria más eficientes o de mayor tamaño. También es importante evaluar las herramientas, máquinas, instalaciones e infraestructura porque deben funcionar correctamente y permitir la realización de algún tipo de mantenimiento preventivo para garantizar la calidad del producto.

2.6.4 Medio Ambiente

El factor Medio Ambiente se centra en el análisis de condicionantes ambientales, tales como temperatura, humedad y luz que son captadas en su mayor parte por el personal. Este análisis señala y comprende incluso la evaluación del espacio que se considera el puesto de trabajo, que puede incluir aspectos del clima organizacional, así como la disposición de la luz artificial y natural, calefacción y hasta el ruido existente, elemento que incide en la calidad del producto final. La calidad del agua disponible es otro factor igualmente relevante, pero estos factores disminuyen el peso del componente productivo (Alarcón et al., 2020).

2.6.5 *Materiales*

En el factor Materiales, el análisis contempla la variabilidad que afecta los temas relacionados con las materias primas del lugar y otros insumos. Este análisis comprende el estudio de los diferentes tipos de materiales que se requieren, junto con el estudio de los proveedores que se asocian con ellos. Adicionalmente, este factor incluye todas las materias primas y otros insumos necesarios para el proceso de producción. La importancia de estos materiales es fundamental para asegurar la calidad del producto final, por lo tanto, requieren un control estricto desde la etapa de selección del proveedor hasta la etapa de almacenamiento y posterior producción de materiales (Alarcón et al., 2020).

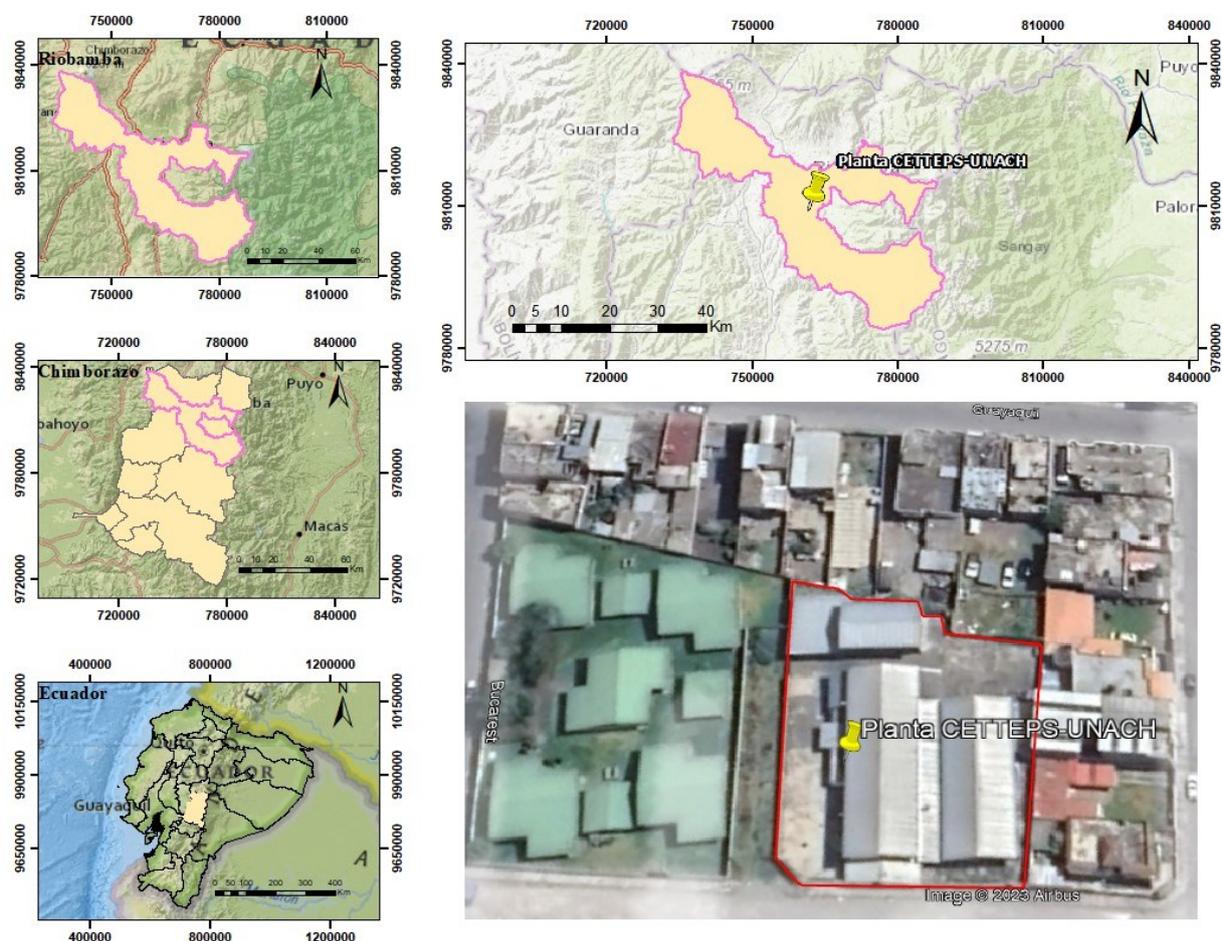
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Área de Estudio

El presente estudio se lo realizo en la planta CETTEPS-UNACH, ubicado en la provincia de Chimborazo, específicamente en el cantón Riobamba, parroquia Veloz, en las calles Roma y Pasaje Oslo junto al centro de formación artesanal municipal; la delimitación del área de estudio se la determino utilizando la cartografía temática del Instituto Geográfico Militar (IGM), identificando un área aproximada de 1931m²; de los cuales actualmente se utilizan 275m², distribuidos en galpones de producción, en las coordenadas UTM en X:763070.00 Y: 9813215.00, como se exhibe en la figura 2.

Figura 2

Mapa de ubicación de la zona de estudio Planta CETTEPS-UNACH.



Nota. Elaboración propia

En el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes métodos de investigación:

3.2 Enfoque de la investigación

Este estudio implementó un enfoque metodológico cuantitativo, que de acuerdo a Vizcaíno et al. (2023) “se distingue por su énfasis en la medición y el análisis numérico de datos” (p. 9727) para la recolección y análisis de datos, ya que, por un lado se llevaron a cabo escalas de puntuación, se tomaron valores y datos numéricos del proceso de producción del queso mozzarella, es decir, se analizaron diversos elementos de las etapas de producción, para poder determinar la situación actual de cada una de ellas. Por otro lado, se realizaron encuestas y visitas de campo a la planta para observar las etapas del proceso, esto permitió obtener información abierta sobre la producción de la empresa. Luego se procedió a un análisis de contenido no estadístico con el objetivo de plantear la propuesta de estandarización de las líneas de producción de queso mozzarella para optimizar la calidad del producto en la planta CETTEPS-UNACH.

3.3 Tipo de Investigación

La investigación fue de naturaleza descriptiva, la cual según Arias y Covinos (2021) tiene como propósito “especificar las propiedades, características, perfiles, de grupos, comunidades, objeto o cualquier fenómeno” (p. 70), en este estudio se aplica para detallar las prácticas reales de producción del queso mozzarella dentro de la planta de procesamiento CETTEPS- UNACH, la información derivada del estudio se utilizó para al determinar los niveles de calidad y estandarización del proceso, para luego desarrollar una propuesta para automatizar un proceso crítico.

3.4 Diseño de Investigación

En concreto, la investigación abordó un diseño no experimental, los cuales “no se manipulan las variables, los fenómenos se observan de manera natural para posteriormente analizarlos” (Medina et al., 2023, p. 69), esto involucró el seguimiento y sistematización pormenorizada de la actividad productiva de queso mozzarella que se lleva a cabo de manera habitual en la planta CETTEPS-UNACH. Posteriormente, el proceso de análisis de la información recolectada permitió caracterizar el conjunto de actividades, el flujo y las interacciones para determinar la etapa más crítica del proceso.

3.5 Técnica de Investigación

Para el desarrollo del presente estudio sobre estandarización y automatización del proceso productivo de queso mozzarella, se emplearon técnicas como la observación directa y

la encuesta, durante el tiempo considerado para una práctica ejecutada por los estudiantes de la carrera de Agroindustrial.

3.5.1 Observación

Para examinar y diagnosticar el proceso actual de producción de queso mozzarella, se realizó visitas de observación directa a la planta procesadora CETTEPS-UNACH, el objetivo fue registrar y documentar in situ todas las operaciones y flujo de trabajo mediante el levantamiento estructurado de información en listas de cotejo, escala de puntuación y registro fotográfico. Esta observación directa en cada etapa productiva permitió identificar paso a paso las actividades que agregan y no agregan valor al producto, hasta obtener un modelo integral de la cadena de elaboración. Los hallazgos obtenidos fueron analizados en función de criterios técnicos con el fin de detectar las brechas, falencias y posibilidades de mejora del proceso actual hacia la automatización del mismo.

3.5.2 Encuesta

Se hizo uso de encuestas dirigidas al técnico y docente involucrados en el proceso de elaboración del queso mozzarella en la CETTEPS-UNACH, todo con el fin de saber con precisión el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en el proceso productivo, así como los problemas que causan retrasos y afectan la eficiencia, lográndose además, obtener información sobre procedimientos de trabajo, cumplimiento de protocolos de trabajo, infraestructura usada y oportunidades de optimización en maquinaria. También se encuestó a los estudiantes, al docente y al técnico para el llenado de las matrices de evaluación de las etapas del proceso usando las 5M's de Calidad.

3.5.3 Revisión documental

Se realizó una revisión documental de normativas, antecedentes, documentos y registros de la planta, para primero la creación de los diversos instrumentos de recolección de datos del estudio y segundo para el llenado de la lista de cotejo del nivel de estandarización del proceso productivo del queso mozzarella y la lista de cotejo del nivel de calidad del queso mozzarella.

3.6 Población y Muestra

La poblaciones del presente estudio dependen de los elementos estudiados por medio de las técnicas e instrumentos aplicados, en el caso de las listas de cotejo, una para medir el nivel de estandarización en el proceso productivo y otra para medir el nivel de calidad del queso mozzarella, la población fueron los datos del proceso productivo del queso mozzarella que fueron contrastados con los requisitos de la norma INEN 9001 sobre sistemas de gestión de calidad para la primera lista, y la norma INEN 82 sobre requisitos del queso mozzarella junto con los requisitos diseño, presentación y servicio, definidos por Burgos et al. (2021) para la

segunda lista de cotejo, en el caso de la encuesta la población estaba conformada por los expertos del proceso, que son el técnico encargado de la planta y el docente de las prácticas que se realizan en la planta CETTEPS-UNACH a los cuales se les pregunto también elementos del proceso productivo del queso mozzarella en relación con los requisitos de la norma INEN 9001 y en el caso de la matriz de evaluación de los procesos productivos con las 5M la población la conformaban los estudiantes, el técnico y el docente.

En cuanto al muestreo realizado, comenzando con la encuesta y la Matriz, donde la población consultada (docente, técnico y estudiantes) fue completamente encuestada (tanto en la encuesta como en la matriz de las 5M), se puede señalar que no se realiza, en cambio, con las listas de cotejo, el muestro realizado fue no probabilístico intencional, que de acuerdo con Arias y Covinos (2021) “se caracteriza por seguir los criterios personales del investigador” (p.117), ya que se buscaban los datos concernientes o relacionados a los requisitos de la norma INEN 9001 y la INEN 82.

3.7 Operacionalización de la variable

3.7.1 Variable Independiente.

Tabla 4

Variable Independiente.

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Estandarización	Implica establecer procedimientos y pautas específicas que deben seguirse en cada etapa de la producción de queso, desde la recepción de la leche hasta la maduración y envasado para garantizar la consistencia y la calidad del producto final, es decir, se busca obtener un queso consistente en términos de calidad.	Grado de estandarización	Existencia de parámetros de verificación por requisitos INEN 9001	Observación	Lista de Cotejo
			Ponderación de calidad de cada subproceso según las 5M	Encuesta	Cuestionario.
		Calidad del subproceso	Ponderación crítica asignada a cada subproceso	Observación	Matriz de calidad
			Nivel de cumplimiento de criterios sensoriales (textura, sabor)	Encuesta	Matriz de Criticidad
		Calidad del queso		Observación	Lista de Cotejo

Conformidad con
estándares técnicos de
calidad

Nota. Elaboración propia

3.7.2 *Variable Dependiente.*

Tabla 5

Variable Dependiente.

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Automatización	Busca mejorar la eficiencia y la precisión del proceso, permitir un control más preciso de las variables y reducir la dependencia de la intervención manual para así disminuir los tiempos de producción, minimizar desperdicios y aumentar la capacidad de producción.	Selección de automatización	Etapa prioritaria para automatizar según criterios técnicos Factibilidad técnica y económica de la automatización propuesta	Observación	Matriz de priorización

Nota. Elaboración propia

3.8 Procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento aplicado para el desarrollo del presente trabajo de investigación:

3.8.1 *Diagnóstico de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH*

El diagnóstico de la situación en la que actualmente se encuentra la planta CETTEPS-UNACH, se subdivide en dos apartados, en el primero se evalúa dicha situación, en cuanto al proceso que se está implementando para la elaboración del queso mozzarella; y en el segundo, se determina el nivel de estandarización que ostenta al presente el proceso productivo del queso mozzarella, cada uno con sus propias técnicas e instrumentos, que pasan a ser descritos a continuación.

3.8.1.1 Evaluación de la situación actual del proceso existente para la elaboración del queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH

Como primer elemento para la evaluación, se ha desarrollado una Matriz de Criticidad del Proceso Productivo de Queso Mozzarella. Esta matriz tiene como objetivo justificar las ponderaciones de las distintas etapas del proceso o subprocesos, en función de su nivel de criticidad, impacto en la calidad y probabilidad de falla. De esta manera, se puede comprender la importancia e influencia que tiene cada una de las etapas del proceso productivo y como estas puedan afectar la calidad y seguridad del producto final, concordando con lo señalado por Huerta & Huerta (2022) sobre “la importancia de los procesos mirarlos con una lupa (mediante herramientas y técnicas) para ver si funcionan correctamente” (p. 79).

A continuación, en la tabla 6 se presenta la Matriz de criticidad del proceso productivo del queso mozzarella, junto con la justificación detallada de la clasificación y ponderación de cada una de las etapas del proceso:

Tabla 6*Matriz de criticidad del proceso productivo del queso mozzarella.*

Etapas del Proceso	Ponderación	Nivel de Criticidad	Impacto en Calidad	Probabilidad de Falla
Control de calidad de la leche	10%	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alta
Recepción de la leche como materia prima	3%	Moderado	Moderado	Moderada
Pasteurización	8%	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alta
Enfriamiento	4%	Moderado	Moderado	Moderada
Primera prueba de acidez	3%	Bajo	Bajo	Baja
Inoculación	7%	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alta
Incubación	6%	Alto	Alto	Alta
Segunda prueba de acidez	3%	Bajo	Bajo	Baja
Adición de calcio	4%	Moderado	Moderado	Moderada
Adición de cuajo	6%	Alto	Alto	Alta
Primer corte de cuajada	4%	Moderado	Moderado	Moderada
Segundo corte de la cuajada	3%	Bajo	Bajo	Baja
Prueba de acidez	3%	Bajo	Bajo	Baja
Desuerado	5%	Alto	Alto	Alta
Lavado e Hilado	8%	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alta
Amasado	5%	Moderado	Moderado	Moderada
Moldeado	4%	Moderado	Moderado	Moderada
Enfriamiento con agua helada	3%	Bajo	Bajo	Baja
Salado	5%	Moderado	Moderado	Moderada
Empacado	6%	Alto	Alto	Alta

Nota. Adaptado de (Humacata Castrillo, 2023).

La producción del queso mozzarella no es un proceso sencillo, puesto que, implica un conjunto de etapas o subprocesos que deben ser manejados de manera cuidadosa para garantizar la calidad del producto final, usando como base la investigación de Humacata (2023), se desarrolló una matriz de criticidad dónde se evaluó a los 20 subprocesos involucrados en el proceso productivo del queso, usando como parámetros, el nivel de criticidad, el impacto en la calidad y la probabilidad de falla.

El valor dado en cada subproceso, es un indicativo de la importancia que tiene dentro del proceso productivo global, usando como referencia para la asignación de valores en el estudio de criticidad, a las investigaciones desarrolladas por Fala (2022) y Celis (2022). De esta manera, el subproceso denominado control de calidad de la leche que obtuvo un valor de 10%, se puede establecer como un subproceso con alto nivel de criticidad, puesto que el estado de la materia prima inicial incide mucho en la calidad final del producto terminado, esto hace que cualquier defecto que la leche cruda pudiera comprometer de manera irremediable todo el proceso productivo posterior.

Con el subproceso de pasteurización ocurre algo parecido, este recibió un valor de criticidad del 8%, por lo que también se considera bastante crítico dentro del proceso macro, esto se debe al hecho de que es imprescindible el aspecto sanitario que incluye la destrucción de posibles agentes patógenos en la leche, es decir, sin una leche inocua no se puede alcanzar a preparar un queso con las condiciones sanitarias mínimas para el consumo humano.

Tanto la Inoculación (7%) como el Lavado e Hilado (8%), son procesos con altos niveles de criticidad, en el caso del primer subproceso, es porque este permite que se desarrollen todo atributo sensorial característico del queso mozzarella (sabor y textura), en el caso del segundo subproceso, se debe a que este define la textura característica es queso mozzarella, que es una propiedad que lo distingue enormemente.

Cómo un alto nivel de criticidad, se tienen también sus procesos como la Adición de Cuajo (6%) la Incubación (6%) y el Desuerado (5%), los cuales afectan de forma directa respectivamente, el desarrollo de la acidez del queso, su estructura básica y su textura última, haciendo necesario un correcto control y monitoreo de dichos subprocesos, así también el empaclado como 6% de valor de criticidad, adquiere importancia por su efecto a la hora de conservar y presentar el producto final, lo que tiene un impacto tanto en la vida útil como es la satisfacción del consumidor.

En el nivel moderado de criticidad, hay etapas como Recepción de Leche como Materia Prima (3%), Adición de Calcio (4%), Enfriamiento (4%), Corte del Primer Cuajo (4%), Moldeo (4%), Amasado (5%) y Salado (5%). Estas etapas, aunque significativas, tienen un nivel moderado de probabilidad de fallo e impacto cuando se comparan con las áreas marcadas como de Criticidad Alta o Muy Alta.

Por último, en el nivel bajo de criticidad hay etapas como la Primer Prueba de Acidez (3%), Segunda Prueba de Acidez (3%), Corte del Segundo Cuajo (3%), Prueba de Acidez (3%) y Enfriamiento con agua helada (3%). Estas etapas, aunque necesarias para el control

del proceso, tienen un impacto y probabilidad de falla relativamente menores en el producto final.

Como segundo elemento de la evaluación del proceso de elaboración del queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, se diseñó un conjunto de "Matrices de evaluación de procesos productivos por etapas utilizando las 5M's de Calidad" (ver Anexo 1). Estas herramientas fueron estructuradas para permitir una valoración integral de cada una de las etapas del proceso productivo.

Las Matrices se estructuraron en base a los 5 elementos clave de calidad en los procesos productivos, es decir, Materiales, Método, Maquinaria, Mano de Obra y Medio Ambiente, que como indican González *et al* (2013), en su libro sobre técnicas de mejora de la calidad, todo proceso, ya sea de fabricación o de prestación de servicios, variara en función a estos factores, además como señala Díez (2014), dentro de su manual teórico para la optimización de la cadena logística, que toda mejora con determinada ineficiencia dentro de los recursos, se reduce a la eliminación o mitigación de cada deficiencia dentro de las 5M.

Para cada uno de estos elementos, se establecieron ponderaciones, por subproceso, acordes a la importancia e influencia que tienen sobre la calidad final del queso mozzarella, que se definieron en la matriz de criticidad de la tabla 6. La aplicación de estas Matrices de evaluación involucró la participación de tres grupos de evaluadores:

- El docente que imparte las prácticas para la elaboración del queso mozzarella y el técnico de la planta CETTEPS-UNACH, expertos en los procesos lácteos, que para las tablas son denominados simplemente técnicos.
- Los estudiantes, que realizan las prácticas para la elaboración del queso mozzarella, considerados para las tablas como operarios.
- El propio tesista, en calidad de evaluador independiente.

Cada uno de estos grupos evaluó de forma independiente el desempeño de las 5M en los 20 subprocesos del proceso productivo, de acuerdo con las ponderaciones o puntuación máxima establecidas en las Matrices. Posteriormente, se promedió las tres evaluaciones, la de los operarios, la de los técnicos, y la del tesista, para obtener una valoración y evaluación global y consolidada de cada una de las etapas del proceso. El modelo de esta matriz de evaluación de las 5M por subproceso se detalla en la tabla 7.

Tabla 7*Modelo de Matriz de Evaluación de las 5M's en un subproceso*

5M's de Calidad en Procesos Productivos							
Subproceso	Personal Evaluado	Material	Método	Maquinaria	Mano de Obra	Medio Ambiente	Evaluación por etapa (sumatoria de valores anteriores de la fila)
		(Valor asignado del porcentaje de criticidad)					
Nombre del Subproceso	Operarios Técnicos						
(Valor de criticidad en porcentaje)	Evaluador						
	Promedio						

Nota. Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 7, se identifica el subproceso con su valor de criticidad global, y luego este valor se desglosa entre las 5M, basándose en lo realizado por Baskiewicz & Nizialek (2013), donde cada M era ponderada con un porcentaje distinto, de forma que si por ejemplo el valor de criticidad es 10%, se podría asignar, para un subproceso en específico, un 3% a materiales, un 1,5% a método, un 2% a maquinaria, un 1,5% a mano de obra y un 2% a medio ambiente, lo que sumaría el 10% global. Las puntuaciones en números decimales, corresponde al valor decimal de cada ponderación, por eso, siguiendo con el ejemplo, las puntuaciones para el apartado materiales oscilaran entre 0 y 3, mientras que para método entre 0 y 1,5, y así para cada una de las 5M.

El proceso es realizado de forma individual, para que luego, dentro de los grupos de operarios y técnicos se refleje en la tabla solo el valor promedio de sus puntuaciones, para el caso de los operarios, los subprocesos fueron evaluados por 6 estudiantes y en el caso de los técnicos siempre era el promedio entre lo indicado por el profesor y el técnico encargado del laboratorio.

Los valores promedio generales de cada subproceso, luego se muestran en una escala equivalente para poder, establecer los diferentes cumplimientos de la calidad por cada subproceso, es decir, se podrá definir los subprocesos críticos (aquellos con menores valores de cumplimiento) y los subprocesos más cercanos al 100% de cumplimiento, estos subprocesos a su vez deben ser analizados por su impacto en el proceso global de elaboración de queso mozzarella.

3.8.1.2 Determinación del nivel de estandarización presente en el proceso de elaboración del queso mozzarella

Como segundo paso para el cumplimiento del primer objetivo específico, se realizó una visita a las instalaciones, donde se efectuó la observación directa de la estructura administrativa de la planta y el proceso de elaboración de queso mozzarella, como instrumento se utilizó una lista de cotejo, que se refleja en la tabla 8, para la medición de elementos específicos, que permitieron la cuantificación del nivel de estandarización en la planta, para ello se realiza una verificación detallada basada en los requisitos de la norma INEN 9001 "Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos" (INEN, 2016).

Las 12 secciones de la tabla 8, corresponden a un criterio específico de gestión de calidad, como sistema de gestión, liderazgo, recursos, competencia, control de producción y seguimiento, asignando porcentajes de cumplimiento a diferentes aspectos del proceso, este instrumento resulta una adaptación, primero, de una matriz diseñada como una herramienta para evaluar requerimientos, tanto de calidad, como de medio ambiente y de seguridad, desarrollada por (Muñoz & Velázquez, 2023) y segundo por un instrumento para diagnosticar la efectividad y la eficiencia en procesos productivos, desarrollado por Camacho & Arámbula (2017).

Cada requisito incluye criterios de evaluación detallados que se desglosan en parámetros verificables. Estos parámetros son específicos y medibles, lo que permite realizar una valoración objetiva del cumplimiento. Además, la tabla asigna un peso porcentual a cada criterio para reflejar su relevancia relativa en el sistema de gestión de calidad.

Tabla 8

Lista de cotejo del nivel de estandarización en el proceso productivo del queso mozzarella.

Requisito INEN 9001	Criterio de Evaluación	Parámetros de verificación	SI	NO
4.4 Sistema de gestión de calidad y sus procesos (12%)	¿El proceso de producción de queso mozzarella está claramente definido y documentado?	Diagrama de flujo del proceso de producción de queso mozzarella (4%)	_____	_____
		Manual de procedimientos para la elaboración de queso mozzarella (3.5%)	_____	_____
		Fichas técnicas de cada etapa del proceso (2.5%)	_____	_____
		Registros de revisión y actualización de la documentación del proceso (2%)	_____	_____
5.1 Liderazgo y compromiso (10%)	¿La directiva de la planta realiza una vez al año auditorías internas que demuestren su liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de calidad?	Calendario anual de auditorías internas (2.5%)	_____	_____
		Informes de auditorías internas realizadas (3%)	_____	_____
		Actas de reuniones de auditorías realizadas (2%)	_____	_____
		Actas de reuniones de revisión de resultados de auditorías (1.5%)	_____	_____
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades (8%)	¿Se han identificado y abordado los riesgos y oportunidades en el proceso de producción de queso mozzarella?	Matriz de identificación y evaluación de riesgos y oportunidades (3%)	_____	_____
		Plan de mitigación de riesgos identificados (2%)	_____	_____
		Registro de acciones implementadas para abordar riesgos y aprovechar oportunidades (2%)	_____	_____
		Evidencia de revisión periódica de la efectividad de las acciones tomadas (1%)	_____	_____

Requisito INEN	Criterio de Evaluación	Parámetros de verificación	SI	NO
9001				
7.1.5 Recursos de seguimiento y medición (10%)	¿Se utilizan equipos de medición calibrados y controlados en el proceso de producción del queso mozzarella?	Inventario de equipos de medición utilizados en el proceso (2%) Certificados de calibración vigentes para cada equipo (3%) Programa de mantenimiento y calibración de equipos (3%) Registros de verificación diaria/semanal de equipos de medición (2%)	_____	_____
7.2 Competencia (8%)	¿El personal que intervienen en el proceso de producción del queso mozzarella está adecuadamente capacitado y es competente?	Perfiles de puesto con competencias requeridas (2%) Registros de capacitación del personal (2.5%) Registros de evaluaciones de desempeño periódicas del personal (2%) Plan anual de capacitación y desarrollo de competencias (1.5%)	_____	_____
7.5 Información documentada (8%)	¿Existen procedimientos documentados para la producción de queso mozzarella?	Manual de procedimientos para la producción de queso mozzarella (2%) Instructivos de trabajo para cada etapa del proceso (2%) Registros de monitoreo del cumplimiento de los procedimientos (1.5%) Sistema de control de documentos (físico o digital) para la producción de queso mozzarella (1.5%) Registro de distribución de documentos que evidencie que el personal tiene acceso a la documentación actualizada (1%) Plan de producción diario/semanal (2.5%)	_____	_____

Requisito INEN	Criterio de Evaluación	Parámetros de verificación	SI	NO
9001				
8.1 Planificación y control operacional (10%)	¿El proceso de producción de queso mozzarella está planificado y controlado?	Registros de inventario de materias primas e insumos (2%) Diagrama del proceso con puntos de control identificados (2%) Registros u hojas de control de parámetros para cada etapa del proceso (temperaturas, tiempos, pH, etc.) (2%) Informes de seguimiento y control de la producción (1.5%)	_____	_____
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio (10%)	¿Se controlan las condiciones de producción como temperatura, tiempo, pH, etc.?	Registros de control de parámetros críticos por lote (2.5%) Instructivos de cómo y cuándo medir cada parámetro (2%) Registros de capacitación en el uso de equipos de medición (2%) Informes de auditorías que verifiquen el cumplimiento de los controles (1.5%) Fichas de producción por lote que incluyan todos los parámetros controlados (2%)	_____	_____
8.5.2 Identificación y trazabilidad (8%)	¿Se mantiene la trazabilidad del producto a lo largo del proceso productivo?	Sistema de codificación de lotes (2.5%) Registros de códigos de lote asignados a cada producción (2%) Registros de trazabilidad desde la recepción de materia prima hasta el producto final (2%) Informes de auditorías internas que verifiquen la efectividad del sistema (1.5%)	_____	_____
		Documento formal con especificaciones técnicas del queso mozzarella (2%) Guía de estándares de calidad (1.5%)	_____	_____

Requisito INEN 9001	Criterio de Evaluación	Parámetros de verificación	SI	NO
8.6 Liberación de los productos y servicios (6%)	¿Existen criterios de aceptación definidos para el producto final?	Registros de Control de Calidad (1.5%) Informes de Laboratorio con los resultados de análisis microbiológicos, físico-químicos y organolépticos (1%)		
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación (6%)	¿Se realizan controles de calidad durante y después del proceso de producción del queso mozzarella?	Plan de control de calidad para cada etapa del proceso (2%) Formularios o registros físicos o digitales que documentan las mediciones y controles realizados durante y después de la producción (1.5%) Registros de análisis microbiológicos y fisicoquímicos (1.5%) Informes de evaluación sensorial del producto final (1%)		
10.2 No conformidad y acción correctiva (4%)	¿Existe un procedimiento para manejar productos no conformes y aplicar acciones correctivas?	Documento sobre el procedimiento para el manejo de no conformidades (1.5%) Registros de productos no conformes incluyendo detalles sobre el problema (1%) Formulario con acciones correctivas para implementar a los productos no conformes (1%) Informes de verificación de acciones correctivas (0.5%)		

Nota. Adaptado de NTE INEN-ISO 9001 (2016) Sistemas de gestión de calidad — Requisitos (ISO 9001:2015), Camacho & Arámbula (2017) y (Muñoz & Velázquez, 2023).

Para complementar la evaluación, en la tabla 9, se presenta el cuestionario de la encuesta, utilizada como instrumento complementario para la determinación del nivel de estandarización del queso mozzarella, en conjunto con la lista de cotejo, anteriormente descrita, donde se utilizan los mismos doce requisitos de la norma INEN ISO 9001, y los mismos criterios de evaluación, pero sin aplicar los parámetros de verificación, de modo que los encuestados, en este caso el docente y el técnico, solo debieron dar una ponderación sobre la evaluación, utilizando una escala de Likert de cinco puntos, un método psicométrico ampliamente reconocido en la investigación cuantitativa (Namakforoosh, 2002). Donde la escala se establece del siguiente modo: 1 es equivalente a No cumple en absoluto, 2 indica que se cumple mínimamente, 3 que se cumple parcialmente, 4 es equivalente a que se cumple en gran medida, y 5 corresponde a que se cumple completamente

Tabla 9

Cuestionario para evaluar el nivel de Estandarización.

Ponderación		Del 1 al 5 donde, 1 indica un incumplimiento total y 5 indica un cumplimiento perfecto					
Requisito INEN 9001	Criterio de Evaluación	1	2	3	4	5	Observaciones
4.4 Sistema de gestión de calidad y sus procesos	¿El proceso de producción de queso mozzarella está claramente definido y documentado?						
5.1 Liderazgo y compromiso	¿La directiva de la planta realiza una vez al año auditorías internas que demuestren su liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de calidad?						
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades	¿Se han identificado y abordado los riesgos y oportunidades en el proceso						

Ponderación	Del 1 al 5 donde, 1 indica un incumplimiento total y 5 indica un cumplimiento perfecto
	de producción de queso mozzarella?
7.1.5 Recursos de medición y seguimiento	¿Se utilizan equipos de medición calibrados y controlados en el proceso de producción del queso mozzarella?
7.2 Competencia	¿El personal que interviene en el proceso de producción del queso mozzarella está adecuadamente capacitado y es competente?
7.5 Información documentada	¿Existen procedimientos documentados para la producción de queso mozzarella?
8.1 Planificación y control operacional	¿El proceso de producción de queso mozzarella está planificado y controlado?
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio	¿Se controlan las condiciones de producción como temperatura, tiempo, pH, etc.?
8.5.2 Identificación y trazabilidad	¿Se mantiene la trazabilidad del producto a lo largo del proceso productivo?
8.6 Liberación de los productos y servicios	¿Existen criterios de aceptación definidos para el producto final?

Ponderación		Del 1 al 5 donde, 1 indica un incumplimiento total y 5 indica un cumplimiento perfecto
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	¿Se realizan controles de calidad durante y después del proceso de producción del queso mozzarella?
10.2	No conformidad y acción correctiva	¿Existe un procedimiento para manejar productos no conformes y aplicar acciones correctivas?

Nota. Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos. Adaptado de NTE INEN-ISO 9001 (INEN, 2015)

Para el procesamiento de los datos recopilados y la determinación del nivel de estandarización, se implementó un sistema de ponderación que busca equilibrar las diferentes perspectivas de los evaluadores, a la vez que prioriza la objetividad y la visión técnica del proceso. La distribución de las ponderaciones se estableció de la siguiente manera, partiendo de aspectos metodológicos mencionados en el libro de Medina *et al* (2023) sobre el cruce de fuentes de información y estableciendo porcentajes de ponderación como en la investigación de Valdivia *et al* (2020):

- Evaluador independiente (tesista): 70% del porcentaje final con la aplicación de la lista de cotejo, ya que este no solo aporta una visión técnica y objetiva del proceso productivo, sino que aplica parámetros más detallados para la evaluación.
- Docente y Técnico de la planta: 30% del porcentaje final (promediando sus respuestas) con la aplicación del cuestionario, ya que ellos aportan una perspectiva operativa directa, basada en su conocimiento profundo del proceso. Sin embargo, su cercanía con las operaciones de la planta y la posibilidad de un sesgo defensivo pueden influir en su evaluación, por lo tanto, se les otorgó una ponderación menor, aunado a que su instrumento es más sencillo y limitado a la hora de evaluar los doce criterios.

Para obtener el nivel de estandarización a partir de esta distribución, se sumaron los resultados de ambas evaluaciones de los grupos involucrados, es decir, según los pesos asignados, del 70% y 30% respectivamente, por tanto, se multiplicó por 0,7, al porcentaje de

estandarización obtenido del evaluador independiente, que se sumó, con el porcentaje de estandarización de los técnicos y operarios, el cual se multiplicó por 0,3. Una vez que se sumaron ambos resultados, se obtuvo el nivel de estandarización de integral y final del proceso productivo del queso mozzarella.

Para la interpretación de los resultados, se estableció la siguiente escala de evaluación del nivel de estandarización, donde se establece un valor cuantitativo a una escala cualitativa para los distintos niveles: bajo, medio, alto y muy alto, como Sablón *et al* (2021), la cual permitió categorizar de manera clara y objetiva el nivel de estandarización del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH:

- 0-40%: Nivel bajo de estandarización
- 41-70%: Nivel medio de estandarización
- 71-90%: Nivel alto de estandarización
- 91-100%: Nivel muy alto de estandarización

3.8.2 Determinación del nivel de calidad del queso mozzarella.

Para determinar el nivel de calidad del producto final del proceso de elaboración de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, se desarrolló una herramienta de evaluación integral basada en los requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 82 (2011) “Queso Mozzarella-Requisitos” y los requisitos señalados por Burgos *et al* (2021). La herramienta de evaluación, consistió en una matriz exhaustiva que incorporó cuatro parámetros principales, tales como diseño presentación, especificaciones técnicas y servicio. Cabe señalar que cada uno de estos parámetros se desglosó en una serie de criterios específicos que permitieron una evaluación minuciosa y multidimensional de la calidad del queso mozzarella.

Es importante destacar que se asignó un porcentaje específico a cada parámetro principal de evaluación, de acuerdo con su relevancia y criticidad en la determinación de la calidad intrínseca del queso mozzarella y su conformidad con las normas establecidas, de manera comparable al estudio de Bernal & Niño (2018), donde se realiza una serie de matrices de decisión con diferentes ponderaciones.

Se le dio un valor del 70% del total al medir al parámetro de especificaciones técnicas, dado que a través de este elemento, se garantiza tanto la composición de nutrientes, la inocuidad y las características organolépticas que posee el queso mozzarella, dentro de estas especificaciones se incluyen: el valor del PH, el contenido de humedad, el valor de proteína, los criterios microbiológicos, y otros aspectos que permiten el cumplimiento de

cualquier estándar de seguridad alimentaria y calidad que se establecen en la norma INEN 82.

Por otro lado, a los parámetros de diseño, presentación y servicio se les asignó el 30% restante del total. Aunque estos aspectos son importantes para la percepción del consumidor y la comercialización del producto, se les asignó un peso menor en comparación con las especificaciones técnicas, la inclusión de estos parámetros se basó en el estudio de Burgos *et al* (2021) donde a estas características se les asignó una ponderación para la medición de la calidad. Esta ponderación evidencia su influencia en la aceptación del producto en el mercado, incluyendo factores como el diseño del empaque, la presentación visual del queso y la calidad del servicio. La herramienta se presenta en la tabla 10 denominada lista de cotejo del nivel de calidad en el proceso productivo del queso mozzarella.

La evaluación se realizó utilizando una escala nominal de dicotómica de cumplimiento, un método ampliamente reconocido en la investigación cuantitativa ya que a cada categoría se le asigna un número, valoración o código (Ochoa Sangrador & Molina Arias, 2018). Es preciso señalar que este tipo de evaluación binaria se la seleccionó por su objetividad y facilidad de aplicación, permitiendo una clara diferenciación entre el cumplimiento y no cumplimiento de los estándares de calidad. Esta escala se la definió de la siguiente manera:

- Si Cumple (1): El producto satisface completamente el criterio establecido especificado.
- No cumple (0): El producto no satisface el criterio establecido.

Para la interpretación de los resultados, se definió la siguiente escala de evaluación del nivel de calidad, de nuevo, de forma análoga a Sablón *et al* (2021). Esta escala facilitó la categorización clara y objetiva del nivel de calidad del queso mozzarella producido:

- 0-20%: Nivel muy bajo de calidad
- 21-40%: Nivel bajo de calidad
- 41-60%: Nivel medio de calidad
- 61-80%: Nivel alto de calidad
- 81-100%: Nivel muy alto de calidad

Tabla 10*Lista de cotejo del nivel de calidad en el proceso productivo del queso mozzarella.*

Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si cumple	No cumple
Diseño (10%)	Diseño del empaque (2.5%)	Planos o diseños técnicos del empaque (1.25%) Muestras físicas del empaque (1.25%)	_____	_____
	Claridad de la información en el empaque (1%)	Guías de especificaciones de diseño de la información (0.50%)	_____	_____
		Muestras impresas de las etiquetas (0.50%)	_____	_____
	Legibilidad del semáforo nutricional (1%)	Diseño del semáforo nutricional (0.50%)	_____	_____
		Certificación de cumplimiento con normas de etiquetado (0.50%)	_____	_____
	Visibilidad del logo y marca (1.5%)	Manual de identidad corporativa (0.75%)	_____	_____
		Muestras de empaques con logo y marca aplicados (0.75%)	_____	_____
	Uso de materiales ecológicos o reciclables (0.50%)	Fichas técnicas de los materiales de empaque (0.25%)	_____	_____
		Certificaciones de materiales ecológicos o reciclables (0.25%)	_____	_____
	Facilidad de apertura y cierre (2.5%)	Manual de especificaciones técnicas del mecanismo de apertura y cierre (1.25%)	_____	_____
Informes de resultados de pruebas de usabilidad del empaque (1.25%)		_____	_____	
Visibilidad de la fecha de caducidad (1%)	Registros de impresión de la fecha de caducidad (0.50%)	_____	_____	
	Muestras de empaques con fecha de caducidad impresa (0.50%)	_____	_____	

Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si cumple	No cumple
Presentación (15%)	Forma del queso (ovoide o cilíndrica) (2%)	Manual de especificaciones técnicas de la forma del queso (2%)	_____	_____
	Peso neto declarado (125g, 200g, 500g, etc.) (2%)	Registros de control de peso en báscula calibrada (2%)	_____	_____
	Color (blanco a ligeramente amarillento) (2%)	Manual de estándares de color utilizados (1%)	_____	_____
		Registros de evaluación de color (1%)	_____	_____
	Aspecto (homogénea o sin corteza) (2%)	Instructivo sobre los criterios de evaluación de aspecto (1%)	_____	_____
		Registros de inspección visual (1%)	_____	_____
	Consistencia (semidura o semiblanda) (1%)	Guías con especificaciones de la textura del queso (0.50%)	_____	_____
		Registros de pruebas de consistencia (0.50%)	_____	_____
	Homogeneidad (libre de burbujas de aire o grumos) (1%)	Criterios de evaluación de homogeneidad (0.50%)	_____	_____
		Registros de inspección de homogeneidad (0.50%)	_____	_____
Detalle de ingredientes (1.5%)	Lista completa de ingredientes (1.5%)	_____	_____	
Certificaciones o sellos de calidad (3.5%)	Copias de certificaciones obtenidas (1.75%)	_____	_____	
	Documentación de auditorías de calidad (1.75%)	_____	_____	
	Contenido de humedad: 52-60% m/m (6%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de humedad (6%)	_____	_____

Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si cumple	No cumple
Especificaciones Técnicas (70%)	Contenido de grasa en extracto seco: mínimo 45% m/m (3%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de grasa (3%)	_____	_____
	Proteína láctea en extracto seco: mínimo 18% m/m (3%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de proteína (3%)	_____	_____
	pH: 5.0-5.4 (3%)	Informes de laboratorio con resultados de pH (3%)	_____	_____
	Acidez titulable (% ácido láctico): máximo 0.7% (3%)	Informes de laboratorio con resultados de acidez (3%)	_____	_____
	Punto de fusión: 55°C - 65°C (3%)	Registro de las pruebas de laboratorio del punto de fusión (3%)	_____	_____
	Fundibilidad: Funde y estira fácilmente (3%)	Informe de control de calidad de fundibilidad (3%)	_____	_____
	Capacidad de hilado: Mínimo 3 metros (3%)	Registro de prueba de capacidad de hilado documentada (3%)	_____	_____
	Sabor láctico, ligeramente ácido (1.5%)	Informe sensorial (1.5%)	_____	_____
Ausencia de sabores y olores extraños (1.5%)	Informe sensorial (1.5%)	_____	_____	

Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si cumple	No cumple
	Enterobacteriaceas: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	_____	_____
	Escherichia coli: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	_____	_____
	Staphylococcus aureus: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	_____	_____
	Listeria monocytogenes: Ausencia/25g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	_____	_____
	Salmonella: Ausencia/25g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	_____	_____
	Aditivos estabilizantes: Máximo 0.5% m/m (5%)	Fichas técnicas de aditivos utilizados (2.5%) Registros de formulación del producto (2.5%)	_____	_____
	Ausencia de Conservantes (5%)	Informe de análisis de aditivos conservantes (5%)	_____	_____
	Coliformes: máx. 1000 UFC/g (5%)	Informes de análisis microbiológicos específicos para coliformes (5%)	_____	_____
	Contaminante-Plomo: Máximo 0.2 mg/kg (5%)	Informes de análisis de contaminantes (5%)	_____	_____

Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si cumple	No cumple
	Contaminante-Aflatoxina M1: Máximo 0.5 µg/kg (5%)	Informes de análisis de contaminantes (5%)		
	Disponibilidad del producto (1.5%)	Informe de distribución (0.75%) Registros de inventario (0.75%)	_____	
	Variedad de presentaciones (tamaños) (1.5%)	Catálogo de productos (0.75%) Registros de ventas por presentación (0.75%)	_____	
Servicio (5%)	Puntualidad en la entrega a distribuidores o puntos de venta (1%)	Registros de despacho y entrega (0.5%) Informes de cumplimiento de tiempos de entrega (0.5%)	_____	
	Manejo de quejas y reclamos (1%)	Registro de quejas y tiempo de respuesta (0.5%) Informe de atención al cliente (0.5%)	_____	

Nota. Adaptado de NTE INEN 82 (2011) . Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos. Queso Mozzarella y (2021)

3.8.3 Establecimiento de la estandarización del proceso productivo y selección de la etapa óptima para automatizar

3.8.3.1 Determinación de niveles de automatización en el proceso productivo

3.8.3.1.1 Análisis de procesos manuales, semiautomáticos y automáticos

Para evaluar adecuadamente el potencial de automatización en el proceso de producción de queso mozzarella, resulta fundamental previamente la comprensión de los diferentes niveles de automatización que pueden aplicarse a los procesos industriales, los cuales se clasifican en manuales, semiautomáticos y automáticos, estos son descritos en función a los estudios de Barona & Velasteguí (2021) y Alcocer *et al* (2020) a continuación.

1) Procesos Manuales

Procesos que dependen en su ejecución únicamente de la intervención humana, llevándolo al proceso productivo del queso mozzarella, entran dentro de esta categoría actividades como: las inspecciones visuales realizadas a la leche, el cuajo cuando en este se adicionan de manera manual los cultivos, y también, el corte inicial de la cuajada. Dentro de sus principales características se tiene: se depende mucho de las habilidades y nivel de experiencia que posea el operador, existirá entonces una potencial variación en la consistencia y calidad de los productos elaborados, pero a su vez permite por su flexibilidad una adaptación adecuada ante situaciones no previstas o cambio de última hora, además se corre un riesgo mayor de que sucedan errores humanos o se produzcan contaminaciones del producto.

2) Procesos Semiautomáticos

La fusión de la acción humana y un sistema automatizado genera procesos semiautomáticos. En la producción de queso mozzarella, esto se podría expresar en fases como la pasteurización por temperatura con control, pero con manipulación manual en la carga y descarga, o en sistemas de agitación automática, pero con cambios manuales de la velocidad. Algunas de las características de los procesos semiautomáticos son:

- Reducción parcial en la dependencia de la intervención humana
- Mayor consistencia en ciertas variables del proceso
- Mejora moderada en la velocidad de producción y eficiencia.
- Necesidad de operadores capacitados para supervisar y ajustar los sistemas
- Mejora gradual de los sistemas hacia una mayor automatización

3) Procesos Automáticos

Estos procesos son totalmente automáticos y prácticamente no se necesita interacción humana. Se utilizan sistemas de control avanzados para gestionar todas las variables del

proceso. En la elaboración de queso mozzarella, esto podría incluir sistemas integrados de pasteurización, cultivo y coagulación controlados por PLC (Controlador Lógico Programable).

Dentro de las características de los procesos automáticos se podría mencionar: la intervención humana en el proceso es mínima, se produce de forma consistente y fácilmente replicable un valor esperado en la calidad del producto, se puede manejar volúmenes grandes de producción de forma eficiente, se está en la capacidad de realizar monitoreos constantes del proceso y ajustes precisos de parámetros de ser necesario, se recopila de forma automática datos que pueden ser usados para realizar análisis y que esto conlleve una mejora continua, así también, requieren una gran inversión inicial para la compra de equipos y la adecuación de los mismos al proceso.

3.8.3.1.2 Identificación de elementos automatizables en los subprocesos

Para identificar las características automatizables en las diferentes fases de la elaboración del queso mozzarella, se realizó un análisis exhaustivo para cada fase considerando los aspectos del estudio realizado por Guzmán (2023) titulado: “Propuesta de automatización en el proceso de producción de queso fresco en la Empresa Gavilánez en la Provincia Bolívar” y del trabajo de Moreno (2020) denominado: “Guía para identificar los procesos que deben ser automatizados en la transformación digital”.

- a) **Repetitividad:** Los procesos que se repiten de forma constante son perfectos para la automatización, un ejemplo de esto es el control de temperatura durante la pasteurización.
- b) **Precisión requerida:** subprocesos que requieren una alta precisión en el control de variables como la temperatura, la acidez o el tiempo son muy susceptibles a la automatización, el control de la acidez es un claro ejemplo.
- c) **Volumen de producción:** Los procedimientos que gestionan grandes cantidades o que necesitan un funcionamiento constante se favorecen mucho de la automatización, subprocesos como el enfriamiento y el empaclado pueden ser mejorados mediante la automatización.
- d) **Complejidad en la toma de decisiones:** Los procedimientos que requieren decisiones sencillas, basadas en criterios cuantificables, son más susceptibles de ser automatizados en comparación con aquellos que exigen un análisis más elaborado, por ejemplo, el proceso de adición de cuajo, que se basa en mediciones de pH, puede ser automatizado, mientras que la valoración de la calidad de la leche cruda podría requerir la intervención de un humano.

- e) **Riesgo para los operadores:** Las fases que conllevan riesgos de seguridad para los operadores son aquellas que deben ser automatizadas con mayor urgencia, un caso ilustrativo de esto es la manipulación de leche a temperaturas elevadas durante el proceso de pasteurización.
- f) **La consistencia del producto:** La automatización juega un papel enorme en los procesos críticos para asegurar la homogeneidad del producto final, un control preciso durante el hilado y el moldeado puede mejorar de manera notable la consistencia del queso mozzarella.
- g) **La recolección de datos:** Las etapas que necesitan un seguimiento continuo y el registro de datos son perfectas para implementar sistemas automatizados de adquisición de datos, lo que en este caso se puede aplicar a casi todos los subprocesos, desde la recepción de la leche hasta el empaçado.

3.8.3.2 Identificación de parámetros para evaluar la viabilidad de automatización

Para determinar la etapa más adecuada para la automatización en el proceso de producción de queso mozzarella, se establecieron los siguientes parámetros de evaluación, basados en la teoría de niveles de automatización y las características intrínsecas de los procesos automatizables, de nuevo usando lo descrito por Guzmán (2023) y Moreno (2020):

1. **Estandarización:** es el parámetro que mide el nivel de consistencia en las operaciones de la fase analizada, cuando un proceso que presenta un alto grado de estandarización significa que las tareas se ejecutan de acuerdo con procedimientos documentados y uniformes, lo que contribuye a disminuir la variabilidad y los errores. Para la automatización, es básico que estas actividades sean predecibles y replicables, ya que esto simplifica la programación y la configuración de los equipos automatizados, en el caso del queso mozzarella, etapas como el corte o el moldeo se benefician mucho de la estandarización, dado que se llevan a cabo bajo parámetros específicos que pueden ser automatizados con facilidad.
2. **Presencia de equipos:** es el criterio que analiza si en la etapa actual hay equipos tecnológicos que se puedan adaptar o sustituir por sistemas automatizados, por ejemplo, si ya se cuenta con maquinaria semiautomatizada, avanzar hacia una solución completamente automatizada podría requerir menos inversión y esfuerzo, en procesos manuales, este parámetro facilita la identificación de áreas con mayores oportunidades para mejorar tecnológicamente, como la incorporación de sensores o controladores automáticos en los procesos de pasteurización.

3. **Definición de ciclos:** las etapas que tienen ciclos de operación claramente definidos y repetitivos son más sencillas de automatizar. a modo de ilustración, un ciclo puede incluir mezclar ingredientes durante un tiempo específico, seguido de un período de descanso para el asentamiento, por ende, la claridad y la repetitividad en dichos ciclos permiten que los sistemas automatizados funcionen con precisión y eficiencia. Subprocesos como el Amasado, pueden beneficiarse de esta característica, ya que se llevan a cabo de manera recurrente y siguiendo secuencias establecidas.
 4. **Parámetros de control:** son aquellos que se pueden establecer automáticamente e incluyen elementos físicos, químicos o temporales como: temperatura, humedad, pH, presión y tiempo de cocción. Debido a que hay parámetros claros y medibles, se pueden integrar sensores y sistemas de control automatizados, lo que asegura que la calidad del producto final se garantice al mantener continuamente las condiciones óptimas.
 5. **Impacto en la calidad:** es un indicador que mide la incidencia de una fase particular en el producto final, como en otros procesos, hay algunos pasos que reciben atención especial para que sean automatizados, como el paso de pasteurización, que concierne a la seguridad de todos en el consumo de queso mozzarella. La distribución adecuada de la atención durante estos pasos permite la eliminación de defectos y la mejora de la calidad de los productos producidos.
 6. **Complejidad técnica:** este es el grado de dificultad que existe respecto a la capacidad de automatizar una etapa específica del proceso. Tal obstáculo puede surgir de la necesidad de combinar diferentes sistemas, construir soluciones personalizadas, o de las barreras tecnológicas existentes. Tener en cuenta esta consideración permite determinar si la automatización de la fase requerirá tecnologías sofisticadas o puede lograrse mediante opciones más simples.
 7. **Análisis de costo-beneficio potencial:** esto se relaciona con la consideración económica de integrar la automatización dentro de un proceso empresarial específico, teniendo en cuenta el gasto inicial, el gasto continuo, los costos de empleo, y cómo se mejora la producción total como resultado de una mejor eficiencia operativa. En algunas operaciones, como en el empaquetado de queso mozzarella, la automatización puede acortar de manera muy realista el ciclo de producción, lo que permitirá un retorno de inversión muy favorable de manera rápida.
- 3.8.3.3 Desarrollo de la matriz de priorización para seleccionar el subproceso que se automatizará.**

Para seleccionar de manera objetiva el subproceso más adecuado a ser automatizado, se aplicó una matriz de priorización usando como base, la matriz de desarrolladas por Murillo & Ortega (2013) y Sucre & Villafuerte (2020) en sus respectivas investigaciones, en ellas se asignaba un valor o ponderación relativa a cada elemento considerado de acuerdo a su importancia en el proyecto específico, entonces con criterios predefinidos se puede realizar una evaluación sistemática de los diversos procesos que pueden ser potencialmente automatizados.

La matriz se organizó de la siguiente manera:

1. Se listaron todas las etapas del proceso productivo de queso mozzarella en las filas de la matriz.
2. Los criterios de evaluación descritos en la sección 10.3.2 del informe fueron incluidos en las columnas.
3. A cada parámetro se le otorgó un peso relativo en el contexto de la automatización del 0% al 100% basado en su importancia.
4. Se estableció una escala de importancia del 1 al 10 para calificar cada etapa determinada por cada parámetro.
5. Se puntuó cada etapa en base a la escala de importancia, y se calculó el valor correspondiente de esa puntuación con respecto al porcentaje asignado.
6. Se estableció un valor total ponderado para cada etapa, sumando los valores obtenidos en cada columna con respecto al porcentaje obtenido.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnostico de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH

4.1.1 Información general de la planta CETTEPS-UNACH.

La planta de procesamiento de leche CETTEPS-UNACH, ubicada en la parroquia Veloz en Riobamba, es una planta piloto donde se procesan una variedad de subproductos lácteos como queso mozzarella, requesón y yogur. Esta planta tiene un objetivo comercial, pero su meta principal es más amplia, ya que sirve como una herramienta de enseñanza para el aprendizaje, proporcionando así un ambiente de aprendizaje práctico a los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial de UNACH para procesos de producción de leche a escala industrial.

En el año 2019, la planta CETTEPS-UNACH inició sus funciones, convirtiéndose en un valioso escenario de formación para los futuros profesionales del área agroindustrial. Desde entonces, los estudiantes han tenido la oportunidad de sumergirse en un entorno real de manufactura, aprendiendo de manera práctica los procesos, técnicas y controles involucrados en la elaboración de productos lácteos, la misma se muestra en la figura 3.

Figura 3

Instalaciones de la Planta procesadora de lácteos "CETTEPS-UNACH".



Nota. Elaboración propia

4.1.1.1 Estructura organizacional

La planta no posee una estructura organizativa considerada formal dentro de un enfoque industrial, ya que dicho enfoque es el de una planta piloto que opera de tipo académico para los procesos de aprendizaje de los alumnos de la carrera de ingeniería agroindustrial, aun así, durante la ejecución de las prácticas donde se elaboran productos lácteos, se desarrolla una estructura operativa temporal donde se simula un ambiente industrial real.

Dentro de esta estructura operativa temporal, el técnico de laboratorio de la carrera de ingeniería agroindustrial funge como técnico encargado de la planta, asumiendo la supervisión y garantizando el buen uso de las instalaciones y funcionamiento de los equipos. Así también, el rol de jefe de producción durante las prácticas es asumido por el docente a cargo de la materia, liderando y coordinando las acciones que guarde relación con el proceso productivo de los productos lácteos, dando instrucciones e inspeccionando la labor de los estudiantes.

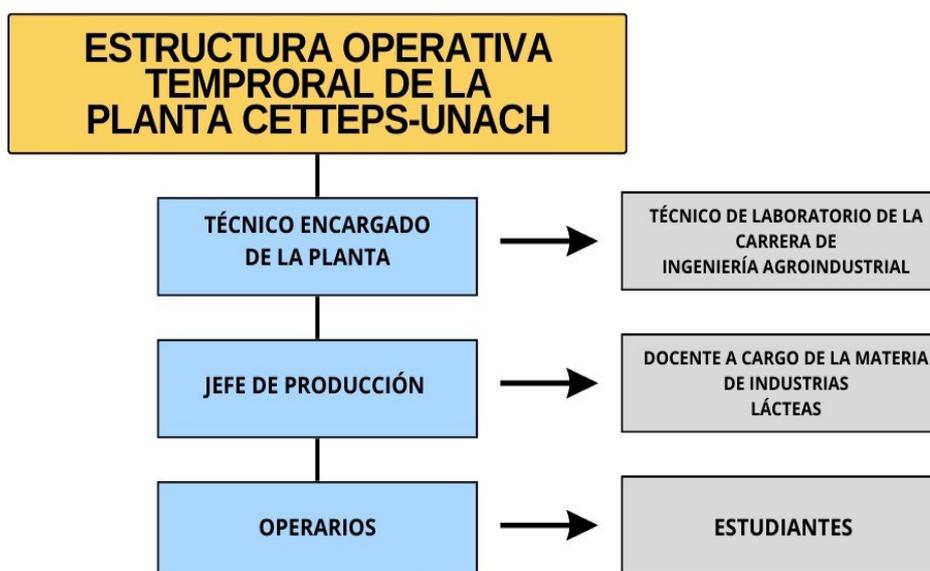
Los estudiantes, por su parte, asumen roles operativos similares a los de una planta real, desempeñándose como operarios encargados de ejecutar las diferentes etapas del proceso productivo, siguiendo las indicaciones del docente-jefe de producción y aplicando los conocimientos adquiridos en las asignaturas teóricas.

Se logra simular de forma real el accionar en una planta láctea del tiempo industrial con esta estructura temporal flexible, lo que les brinda a los estudiantes una oportunidad para desarrollar habilidades el tipo práctico, trabajar en conjunto y entender el rol junto con la responsabilidad que conlleva un puesto en un proceso productivo o real.

Cabe destacar que, la planta CETTEPS-UNACH no cuenta con un personal permanente dedicado exclusivamente a las operaciones de producción, como se detalla en la figura 4.

Figura 4

Estructura operativa temporal de la planta CETTEPS-UNACH.



Nota. Elaboración propia

4.1.1.2 Productos que elabora la planta CETTEPS-UNACH.

La planta CETTEPS-UNACH cuenta con una línea de operación para los productos lácteos que elabora, a continuación, se da a conocer los productos que dicha planta ofrece en la actualidad en la tabla 11:

Tabla 11

Productos lácteos que se producen en la planta

Producto	Tipo de presentación
Queso fresco	750 gr
Queso mozzarella	750 gr
Yogurt	En diferentes tamaños y empaques

Nota. Elaboración propia

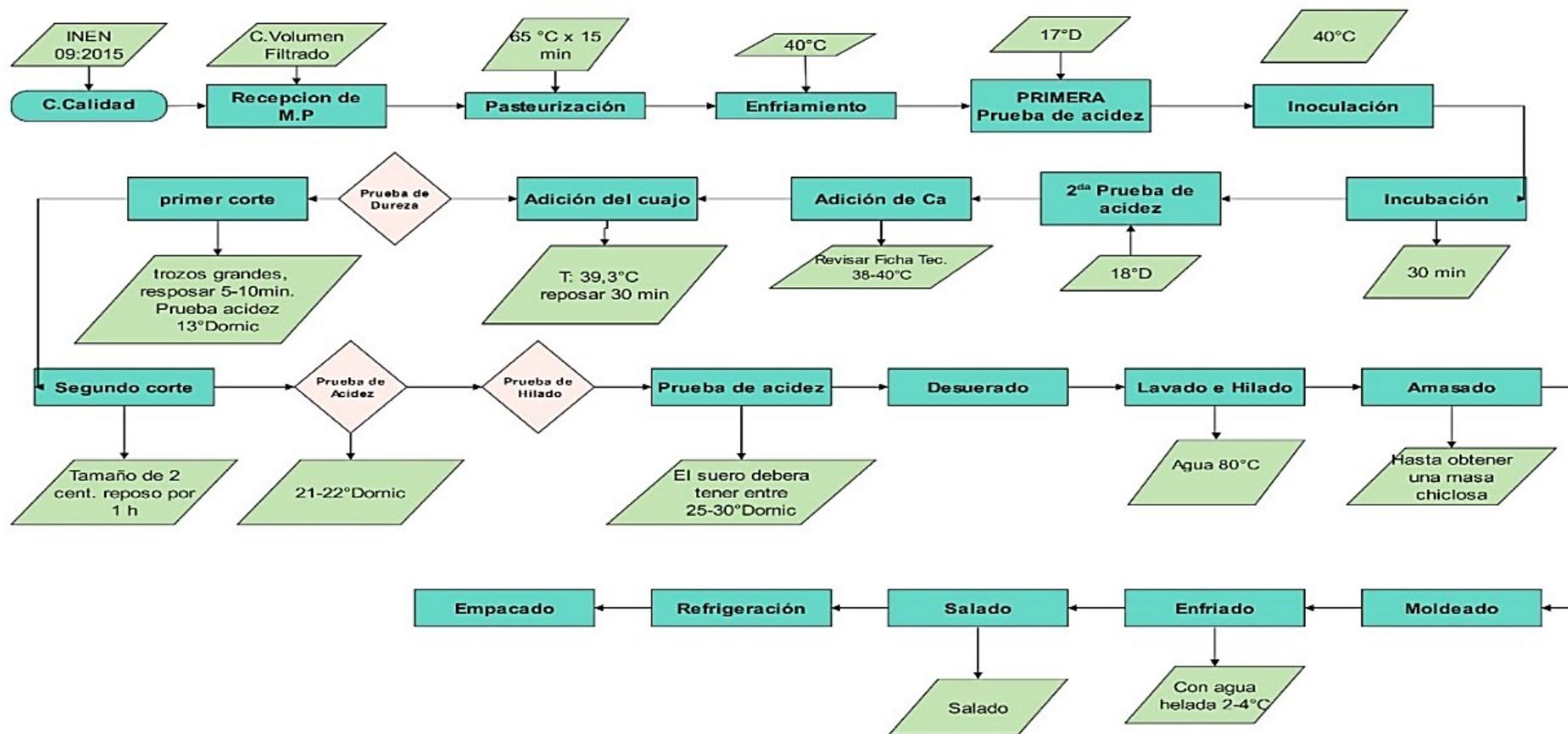
4.1.1.3 Diagrama del proceso de producción de queso mozzarella.

El proceso productivo del queso mozzarella en la planta se ve definido por cumplir una cantidad de sus procesos críticos convierte la materia prima en un producto final comestible, la figura 5 muestra el flujo de operaciones que conforman el entramado productivo

Se puede advertir qué se cumplen 20 subprocesos, destacándose entre ellos: el hilado, la pasteurización y la inoculación, observándose también que dentro de dicho proceso productivo se producen diferentes controles de calidad, como las pruebas de acidez.

Figura 5

Proceso general para la elaboración de queso mozzarella.



Nota. Elaboración propia

4.1.2 *Evaluación de la situación actual del proceso existente para la elaboración del queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH*

En esta sección se presenta la evaluación detallada realizada del proceso actual de elaboración de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH. Es importante mencionar que dicha evaluación se realizó a cada una de las etapas del proceso productivo, desde la recepción de la materia prima hasta el empaclado del producto final. Para cada etapa, se ha llevado a cabo una evaluación integral considerando las 5M's de calidad, tales como mano de obra, maquinaria, métodos, materiales y medio ambiente.

La información presentada a continuación son los resultados de las ponderaciones obtenidas de las matrices de evaluación de los 20 subprocesos, obtenidas a través de la observación directa de evaluador y el llenado del instrumento por parte del personal involucrado. Las ponderaciones son el promedio de los tres grupos evaluadores y se presentan en la tabla 12, en su segunda columna, en la primera se muestra el porcentaje de criticidad de cada subproceso, y en la tercera columna se muestra el porcentaje de calidad alcanzado, en base a un 100% de cada proceso, entonces por ejemplo, al decir que el control de calidad de la leche obtuvo un 80,90%, se está indicando que de ese 10% que se debía alcanzar en esa etapa, al llegar a 8,09, faltó 19,10% (o 1,91) para alcanzar el totalmente ese 10%, al estar todos los procesos en la misma escala, se puede identificar de manera rápida y efectiva las áreas de fortaleza y las oportunidades de mejora en cada etapa del proceso.

Tabla 12

Evaluación de las 5M's en el proceso productivo de queso mozzarella.

5M's de Calidad en Procesos Productivos			
Subproceso	Porcentaje de Criticidad	Evaluación por etapa	Porcentaje Calidad Alcanzado
Control de calidad de la leche (10%)	10%	8,09	80,90%
Recepción de la leche (3%)	3%	1,99	66,33%
Pasteurización (8%)	8%	5,46	68,25%
Enfriamiento (4%)	4%	2,98	74,50%
Primera prueba de acidez (3%)	3%	2,69	89,67%
Inoculación (7%)	7%	5,39	77,00%

Incubación (6%)	6%	4,57	76,17%
Segunda prueba de acidez (3%)	3%	2,61	87,00%
Adición de calcio (4%)	4%	2,9	72,50%
Adición de cuajo (6%)	6%	4,72	78,67%
Primer corte de cuajada (4%)	4%	3,51	87,75%
Segundo corte de la cuajada (3%)	3%	2,42	80,67%
Prueba de acidez (3%)	3%	2,49	83,00%
Desuerado (5%)	5%	3,72	74,40%
Lavado e Hilado (8%)	8%	6,47	80,88%
Amasado (5%)	5%	3,65	73,00%
Moldeado (4%)	4%	3,09	77,25%
Enfriamiento con agua helada (3%)	3%	2,17	72,33%
Salado (5%)	5%	4,01	80,20%
Empacado (6%)	6%	5,48	91,33%

Nota. Elaboración propia

Los valores obtenidos indican una gran variación en el rendimiento de cada subproceso, dónde existe una oscilación en los porcentajes de calidad de entre el 66,33% y el 91,33%, teniendo a los subprocesos con mayor desempeño al empacado con un 91,33%, seguido de la primera prueba de acidez con 89,67%, y en tercer lugar, el primer corte de cuajada con un 87,75%, en contraste, los subprocesos que presentará un menor rendimiento fueron: el amasado con un 73%, la pasteurización con un 68,25% y la recepción de la leche con un 66,33%.

Como la recepción de la leche resulto ser el subproceso con la menor calidad alcanzada, se resalta la necesidad de mejorar los procedimientos iniciales para asegurar la consistencia del producto desde el inicio de la cadena, esta etapa evidencio deficiencias identificadas en cuanto a trazabilidad y documentación, ya que la Planta CETTEPS-

UNACH, en la recepción de la materia prima no solicita ni se recibe documentación que certifique el origen y la calidad de la materia prima.

El hecho de que no se usen certificados para avalar la calidad y procedencia de la leche, no permite que se tenga un control efectivo dentro de la cadena de suministro, por lo que no solo se está contraviniendo las buenas prácticas de manufactura, sino que, además, se entorpece la aplicación de la ISO 9001 como sistema de gestión de calidad, que es un estándar dentro de la industria de alimentos moderna.

Además, el subproceso de recepción de leche también carece tanto de un proceso estandarizado para recibir y aprobar la materia prima, como de registro formales de análisis de leche, lo que introduce un elemento subjetivo muy perjudicial a su proceso el cual debería ser más riguroso y consistente, comprometiendo además la integridad del producto final y tu seguridad alimentaria.

Es importante mencionar que otra razón que repercute en la criticidad de esta etapa es el inadecuado equipamiento. El uso de baldes para el traslado manual de la leche introduce variables no controladas en el proceso, aumentando la probabilidad de contaminación cruzada y comprometiendo la integridad microbiológica de la leche. Esta situación se agrava por la falta de un sistema automatizado de recepción de la materia prima, bombas de transferencia y sistemas de refrigeración para mantener la cadena de frío, factor crítico en la preservación de la calidad de la leche cruda.

Dado que la planta no tiene un área dedicada para la recepción de leche, existe una condición ambiental que es desfavorable porque la recepción de la leche se realiza en un corredor que conduce a la entrada de la planta, lo que representa un riesgo de contaminación ambiental que compromete la calidad microbiana y las propiedades organolépticas de la leche.

Estas deficiencias identificadas muestran la necesidad imperiosa de implementar acciones correctivas para salvaguardar la gestión efectiva y segura de esta etapa debido a que una mala gestión en esta fase puede resultar en daños irreparables a la calidad del queso mozzarella producido.

4.1.3 Determinación del nivel de estandarización presente en el proceso de elaboración del queso mozzarella.

Para determinar el nivel de estandarización del proceso de elaboración del queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH, se aplicó una herramienta de evaluación basada en los requisitos de la norma NTE INEN-ISO 9001. Esta evaluación fue realizada en forma de lista de cotejo por el investigador, y en forma de encuesta por el docente y el técnico

expertos de la planta. Los resultados de la encuesta se presentan en la tabla 13, la cual muestra las valoraciones otorgadas por cada grupo evaluador en una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 indica que no se cumple en lo absoluto el criterio evaluado y 5 que se cumple completamente el criterio evaluado. Los valores obtenidos por la lista de cotejo, implementada por el evaluador, se pueden visualizar en el anexo 2.

Tabla 13

Resultados del nivel de estandarización de la planta CETTEPS-UNACH según encuesta.

Requisito INEN 9001	Ponderación	Criterio de Evaluación	Del 1 al 5 donde, 1 indica que no cumple en lo absoluto y 5 indica que cumple completamente					
			1	2	3	4	5	
4.4 Sistema de gestión de calidad y sus procesos		¿El proceso de producción de queso mozzarella está claramente definido y documentado?						X
5.1 Liderazgo y compromiso		¿La directiva de la planta realiza una vez al año auditorías internas que demuestren su liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de calidad?	X					
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades		¿Se han identificado y abordado los riesgos y oportunidades en el proceso de producción de queso mozzarella?						X
7.1.5 Recursos de seguimiento y medición		¿Se utilizan equipos de medición calibrados y controlados en el proceso de producción del queso mozzarella?						X
7.2 Competencia		¿El personal que intervienen en el proceso de producción del queso mozzarella está adecuadamente capacitado y es competente?				X		
7.5 Información documentada		¿Existen procedimientos documentados para la producción de queso mozzarella?						X
8.1 Planificación y control operacional		¿El proceso de producción de queso mozzarella está planificado y controlado?						X
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio		¿Se controlan las condiciones de producción como temperatura, tiempo, pH, etc.?						X
8.5.2 Identificación y trazabilidad		¿Se mantiene la trazabilidad del producto a lo largo del proceso productivo?				X		
8.6 Liberación de los productos y servicios		¿Existen criterios de aceptación definidos para el producto final?				X		

		Del 1 al 5 donde, 1 indica que no cumple en lo absoluto y 5 indica que cumple completamente
Ponderación		
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación	¿Se realizan controles de calidad durante y después del proceso de producción del queso mozzarella?	X
10.2 No conformidad y acción correctiva	¿Existe un procedimiento para manejar productos no conformes y aplicar acciones correctivas?	X

Nota. Elaboración propia

En la tabla 14 se tienen los resultados de la planta CETTEPS-UNACH en cuánto al nivel de estandarización alcanzado, dividido en dos instrumentos utilizados, como lo fueron la encuesta y la lista de cotejo, usando los requisitos de la norma INEN 9001, a los cuales se le asignó un porcentaje de estandarización de acuerdo a cada instrumento, en el caso de la encuesta los valores originales de la escala de Likert, que fueron 1 2 3 4 y 5, fueron cambiados por los porcentajes equivalentes, 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

Así también, en la tabla 14 se incluye un resultado total general, el cual fue calculado por medio de una combinación ponderada de ambos instrumentos, dónde la lista de cotejo tiene un valor 70% y la encuesta un valor de 30%, esta integración se hace para determinar forma más adecuada el grado de cumplimiento del nivel de estandarización. Los porcentajes individuales por requisito permiten identificar las áreas mejor y peor evaluadas, lo que sirve como base para priorizar las intervenciones de mejora en el proceso productivo.

Tabla 14

Determinación del nivel de estandarización de la planta CETTEPS-UNACH.

Requisito INEN 9001	Porcentaje de estandarización alcanzado	
	Lista de Cotejo	Encuesta
4.4 Sistema de gestión de calidad y sus procesos (12%)	10,0%	12,0%
5.1 Liderazgo y compromiso (10%)	0,0%	0,0%
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades (8%)	0,0%	8,0%
7.1.5 Recursos de seguimiento y medición (10%)	10,0%	10,0%
7.2 Competencia (8%)	6,0%	6,0%
7.5 Información documentada (8%)	5,5%	8,0%
8.1 Planificación y control operacional (10%)	4,0%	10,0%
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio (10%)	6,5%	10,0%

Requisito INEN 9001	Porcentaje de estandarización alcanzado	
	Lista de Cotejo	Encuesta
8.5.2 Identificación y trazabilidad (8%)	0,0%	6,0%
8.6 Liberación de los productos y servicios (6%)	4,5%	4,5%
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación (6%)	5,0%	6,0%
10.2 No conformidad y acción correctiva (4%)	0,0%	0,0%
Totales por instrumento	51,5%	80,5%
Multiplicación por su ponderación asignada	=51,5%*70%	=80,5%*30%
Valor luego de la multiplicación	36,05%	24,15
Total	60,20%	

Nota. Elaboración propia

El valor total del nivel de estandarización para la planta fue de un 60,20%, lo que implica que hiciste mucho margen de mejora para alcanzar niveles de estandarización más altos, ya que, de acuerdo, a las escalas cualitativas establecidas para medir los niveles de estandarización, la planta se encuentra en un nivel medio de estandarización.

Mientras que la encuesta refleja un mayor cumplimiento (80,5%) en comparación con la lista de cotejo (51,5%), se puede afirmar entonces, que existen disparidades significativas entre los instrumentos de evaluación.

Parámetros como: liderazgo y compromiso, no conformidad y acción correctiva, e identificación y trazabilidad, obtuvieron un rendimiento del 0% en la lista de cotejo, lo que demuestra una gran deficiencia en la gestión de calidad actual, en cambio, parámetros como sistema de gestión de calidad, recursos de seguimiento y medición, y competencia, obtienen valores en ambos instrumentos con mayor consistencia, lo que sugiere que son implementados de forma correcta en el proceso productivo.

La planta piloto de lácteos CETTEPS-UNACH es un espacio académico orientado a la enseñanza práctica de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial. En su operación, cuenta con un diagrama de flujo (Ver Anexo 4) y manual de procedimientos para la elaboración de queso mozzarella (Ver Anexo 5), guías prácticas que establecen las etapas del proceso y resultados esperados (Ver Anexo 6), un inventario de equipos de medición con su respectivo programa de mantenimiento y calibración (Ver Anexo 7), un programa de mantenimiento y calibración de equipos utilizados en el proceso de producción (Ver Anexo 8), así como una capacitación para estudiantes en seguridad personal, industrial y uso de indumentaria (Ver Anexo 10).

Por su naturaleza académica, la planta opera sin fichas técnicas formales, sistema de gestión documental ni auditorías internas; también carece de una matriz de riesgos y oportunidades, ya que se centra en objetivos educativos más que en gestión industrial. En lugar de personal operativo fijo, los estudiantes asumen el rol de operarios durante las prácticas (Ver Anexo 9), y la producción se realiza según el período académico, sin planes de producción diarios o semanales, siendo los propios estudiantes quienes aportan las materias primas necesarias.

Durante el proceso productivo, los parámetros como temperaturas, tiempos y pH se monitorean durante las prácticas (Ver Anexo 12), pero sin mantener una documentación sistemática. La planta no implementa un sistema de codificación de lotes ni trazabilidad, aunque utiliza la Norma INEN 09 como referencia de calidad. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados por los estudiantes funcionan como informes de laboratorio (Ver Anexo 13), y dado que el enfoque está en el aprendizaje más que en controles industriales, no se generan informes de evaluación sensorial ni se manejan procedimientos para no conformidades.

4.2 Determinación del nivel de calidad del queso mozzarella.

Para la determinación del nivel de calidad del queso mozzarella producido en la planta CETTEPS-UNACH, se presenta en la tabla 15 el resultado de la aplicación del instrumento diseñado para tal fin, expuesto en la tabla 10, que fue completado por el investigador:

Tabla 15

Determinación del nivel de calidad del queso mozzarella.

Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si cumple	No cumple	Porcentaje Acumulado	
Diseño (10%)	Diseño del empaque (2.5%)	Planos o diseños técnicos del empaque (1.25%)		x	0,0%	
		Muestras físicas del empaque (1.25%)		x	0,0%	
	Claridad de la información en el empaque (1%)	Guías de especificaciones de diseño de la información (0.50%)			x	0,0%
		Muestras impresas de las etiquetas (0.50%)			x	0,0%
	Legibilidad del semáforo nutricional (1%)	Diseño del semáforo nutricional (0.50%)			x	0,0%
		Certificación de cumplimiento con normas de etiquetado (0.50%)			x	0,0%
	Visibilidad del logo y marca (1.5%)	Manual de identidad corporativa (0.75%)			x	0,0%
		Muestras de empaques con logo y marca aplicados (0.75%)			x	0,0%
	Uso de materiales ecológicos o reciclables (0.50%)	Fichas técnicas de los materiales de empaque (0.25%)			x	0,0%
		Certificaciones de materiales ecológicos o reciclables (0.25%)			x	0,0%
	Facilidad de apertura y cierre (2.5%)	Manual de especificaciones técnicas del mecanismo de apertura y cierre (1.25%)			x	0,0%

		Informes de resultados de pruebas de usabilidad del empaque (1.25%)	x	0,0%
		Registros de impresión de la fecha de caducidad (0.50%)	x	0,0%
	Visibilidad de la fecha de caducidad (1%)	Muestras de empaques con fecha de caducidad impresa (0.50%)	x	0,0%
	Forma del queso (ovoide o cilíndrica) (2%)	Manual de especificaciones técnicas de la forma del queso (2%)	x	0,0%
	Peso neto declarado (125g, 200g, 500g, etc.) (2%)	Registros de control de peso en báscula calibrada (2%)	x	0,0%
	Color (blanco a ligeramente amarillento) (2%)	Manual de estándares de color utilizados (1%)	x	0,0%
		Registros de evaluación de color (1%)	x	0,0%
Presentación (15%)	Aspecto (homogénea o sin corteza) (2%)	Instructivo sobre los criterios de evaluación de aspecto (1%)	x	0,0%
		Registros de inspección visual (1%)	x	0,0%
	Consistencia (semidura o semiblanda) (1%)	Guías con especificaciones de la textura del queso (0.50%)	x	0,0%
		Registros de pruebas de consistencia (0.50%)	x	0,0%
Homogeneidad (libre de burbujas de aire o grumos) (1%)	Criterios de evaluación de homogeneidad (0.50%)	x	0,0%	
	Registros de inspección de homogeneidad (0.50%)	x	0,0%	
	Detalle de ingredientes (1.5%)	Lista completa de ingredientes (1.5%)	x	0,0%
Certificaciones o sellos de calidad (3.5%)		Copias de certificaciones obtenidas (1.75%)	x	0,0%
		Documentación de auditorías de calidad (1.75%)	x	0,0%
	Contenido de humedad: 52-60% m/m (6%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de humedad (6%)	x	6,0%

Especificaciones Técnicas (70%)	Contenido de grasa en extracto seco: mínimo 45% m/m (3%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de grasa (3%)	x	3,0%
	Proteína láctea en extracto seco: mínimo 18% m/m (3%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de proteína (3%)	x	3,0%
	pH: 5.0-5.4 (3%)	Informes de laboratorio con resultados de pH (3%)	x	3,0%
	Acidez titulable (% ácido láctico): máximo 0.7% (3%)	Informes de laboratorio con resultados de acidez (3%)	x	3,0%
	Punto de fusión: 55°C - 65°C (3%)	Registro de las pruebas de laboratorio del punto de fusión (3%)	x	3,0%
	Fundibilidad: Funde y estira fácilmente (3%)	Informe de control de calidad de fundibilidad (3%)	x	3,0%
	Capacidad de hilado: Mínimo 3 metros (3%)	Registro de prueba de capacidad de hilado documentada (3%)	x	3,0%
	Sabor láctico, ligeramente ácido (1.5%)	Informe sensorial (1.5%)	x	1,5%
	Ausencia de sabores y olores extraños (1.5%)	Informe sensorial (1.5%)	x	1,5%
	Enterobacteriaceas: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	x	3,0%
	Escherichia coli: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	x	3,0%
	Staphylococcus aureus: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	x	3,0%
	Listeria monocytogenes: Ausencia/25g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	x	3,0%
Salmonella: Ausencia/25g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	x	3,0%	

	Aditivos estabilizantes: Máximo 0.5% m/m (5%)	Fichas técnicas de aditivos utilizados (2.5%)	x	0,0%
		Registros de formulación del producto (2.5%)	x	2,5%
	Ausencia de Conservantes (5%)	Informe de análisis de aditivos conservantes (5%)	x	0,0%
	Coliformes: máx. 1000 UFC/g (5%)	Informes de análisis microbiológicos específicos para coliformes (5%)	x	5,0%
	Contaminante-Plomo: Máximo 0.2 mg/kg (5%)	Informes de análisis de contaminantes (5%)	x	0,0%
	Contaminante-Aflatoxina M1: Máximo 0.5 µg/kg (5%)	Informes de análisis de contaminantes (5%)	x	0,0%
		Informe de distribución (0.75%)	x	0,0%
	Disponibilidad del producto (1.5%)	Registros de inventario (0.75%)	x	0,0%
		Catálogo de productos (0.75%)	x	0,0%
	Variedad de presentaciones (tamaños) (1.5%)	Registros de ventas por presentación (0.75%)	x	0,0%
Servicio (5%)	Puntualidad en la entrega a distribuidores o puntos de venta (1%)	Registros de despacho y entrega (0.5%)	x	0,0%
		Informes de cumplimiento de tiempos de entrega (0.5%)	x	0,0%
		Registro de quejas y tiempo de respuesta (0.5%)	x	0,0%
	Manejo de quejas y reclamos (1%)	Informe de atención al cliente (0.5%)	x	0,0%
		Total		52,5%

Nota. Elaboración propia

La planta CETTEPS-UNACH alcanzó un nivel de calidad global del 52,5% de acuerdo al análisis realizado, alcanzando un nivel medio de calidad, pudiendo mejorar en muchas áreas, se encontró parámetros con cumplimiento nulo, como el diseño la presentación y el servicio, en contraste, las especificaciones técnicas obtuvieron un 52,5% de un máximo de 70%, siendo los principales incumplimientos de este parámetro principal, las fichas técnicas aditivos (2,5%), el análisis de conservantes (5%) y el análisis de contaminantes como plomo (5%) y aflatoxina M1 (5%).

Dado el propósito académico y no comercial de la planta, la misma no tiene o cuenta con elementos del diseño y empaque del producto, cómo podrían ser: los planos técnicos, las muestras físicas, las guías de especificaciones, etiquetas para el producto, uso del semáforo nutricional, y certificaciones de etiquetado, también carece de un manual de identidad corporativa, de fichas técnicas de materiales de empaque, de certificaciones ecológicas y registros de fechas de caducidad.

Cómo se mencionó anteriormente, por no tener un fin comercial, la planta no cuenta con elemento de diseño o empaque del producto, tampoco con planos técnicos, guía de especificaciones, uso de muestras físicas, uso de etiquetas, semáforo nutricional y certificaciones de etiquetado, también carece de un manual de identidad corporativa, y como consecuencia lo anterior tampoco posee fichas técnicas de materiales de empaque, certificaciones ecológicas o registro de fechas de caducidad.

En cuanto a la presentación y especificaciones técnicas, no se manejan manuales de forma, peso, color o textura del queso. Los estudiantes realizan análisis de humedad, grasa, proteína, pH, acidez, punto de fusión, fundibilidad y pruebas microbiológicas como parte de sus prácticas, reportándolos en informes académicos (Ver Anexo 12). Existe evidencia fotográfica de las pruebas de hilado realizadas por el docente, aunque no hay registros formales (Ver Anexo 14), la formulación se basa en la guía práctica existente (Ver Anexo 6), y los estudiantes aportan los aditivos necesarios para cada sesión. Al no existir comercialización del producto, tampoco se generan relacionados con distribución, inventario, ventas, despacho o atención al cliente.

4.3 Estandarización del proceso y selección de la etapa óptima para automatizar.

4.3.1 Identificación de la etapa optima a automatizar del proceso productivo a través de la matriz de priorización.

A continuación, se presentan las diferentes tablas de evaluación de todos los aspectos que conforman la matriz de priorización, de manera que se entienda el valor cuantitativo asignado con su respectiva explicación cualitativa.

Tabla 16*Evaluación del criterio de estandarización.*

Etapas del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	7	Este proceso sigue protocolos claros de análisis físico-químico, pero pequeñas variaciones en la calidad de las muestras dificultan una estandarización total (Ver apartado 10.3.2).
Recepción de la leche como materia prima	6	Aunque hay normas definidas para la recepción y registro, la variabilidad en la calidad del suministro afecta la consistencia del proceso (Ver apartado 10.3.2).
Pasteurización	9	Altamente estandarizado, con controles estrictos de temperatura y tiempo que aseguran un producto homogéneo y seguro (Ver apartado 10.3.2).
Enfriamiento	8	Las condiciones de temperatura son bien controladas, pero hay espacio para reducir posibles fluctuaciones durante el proceso (Ver apartado 10.3.2).
Primera prueba de acidez	7	El procedimiento está definido, pero la dependencia de los métodos manuales introduce un margen de variabilidad (Ver apartado 10.3.2).
Inoculación	8	Este paso se realiza bajo condiciones controladas, con dosis estándar de cultivos lácticos, lo que asegura la homogeneidad del proceso (Ver apartado 10.3.2).
Incubación	8	Bien definido en cuanto a tiempo y temperatura, aunque pueden ocurrir ligeras desviaciones debido a factores externos (Ver apartado 10.3.2).
Segunda prueba de acidez	7	Similar a la primera prueba, sigue normas claras, pero depende de acciones manuales de análisis que afectan su repetibilidad (Ver apartado 10.3.2).
Adición de calcio	7	Proceso definido con dosis estándar, pero pequeñas variaciones en las condiciones de la leche pueden influir

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
		en la efectividad del calcio añadido (Ver apartado 10.3.2).
Adición de cuajo	7	Las dosis están bien definidas, pero el tiempo de reacción puede variar dependiendo de factores como la temperatura (Ver apartado 10.3.2).
Primer corte de cuajada	7	Aunque sigue procedimientos estándar, el grado de corte puede variar según la destreza del operario (Ver apartado 10.3.2).
Segundo corte de la cuajada	7	Al igual que el primer corte, la uniformidad depende en gran medida del operador, aunque los tiempos están definidos (Ver apartado 10.3.2).
Prueba de acidez	7	Sigue un procedimiento estándar, pero los factores manuales en la medición pueden influir en la precisión (Ver apartado 10.3.2).
Desuerado	7	El proceso tiene estándares para eliminar el suero, pero la eficiencia puede variar dependiendo de las condiciones iniciales de la cuajada (Ver apartado 10.3.2).
Lavado e Hilado	8	Este paso se realiza con métodos establecidos, pero requiere ajustes manuales para garantizar resultados óptimos (Ver apartado 10.3.2).
Amasado	7	Aunque sigue normas de temperatura y tiempo, el grado de uniformidad del amasado puede variar por intervenciones manuales (Ver apartado 10.3.2).
Moldeado	7	Proceso definido con tiempos establecidos, pero las variaciones en el tamaño o forma pueden depender del operador (Ver apartado 10.3.2).
Enfriamiento con agua helada	8	Las temperaturas están estandarizadas, pero la uniformidad puede depender del tiempo de exposición en cada lote (Ver apartado 10.3.2).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Salado	7	Se realizan inmersiones controladas, pero la penetración de la sal puede variar en función del grosor de las piezas (Ver apartado 10.3.2).
Empacado	8	Sigue normas claras para el empacado, pero pueden surgir pequeñas variaciones según el tipo de equipo utilizado (Ver apartado 10.3.2).

Nota. Elaboración propia

Tabla 17

Evaluación del criterio Presencia de Equipos.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	6	Aunque se utilizan equipos básicos como medidores de pH y lactómetros, su capacidad de ser integrados en sistemas más avanzados es limitada, reduciendo el potencial de automatización (Ver Anexo 7).
Recepción de la leche como materia prima	5	En este proceso se emplean balanzas para pesaje y tanques de almacenamiento, pero carecen de tecnología avanzada que facilite la integración con sistemas automatizados (Ver Anexo 7).
Pasteurización	9	Este proceso cuenta con equipo como pasteurizador con control de temperatura, que es altamente compatible con la automatización (Ver Anexo 7).
Enfriamiento	8	Los equipos actuales, como intercambiadores de calor, permiten mantener las condiciones de temperatura y podrían integrarse fácilmente en un sistema automatizado (Ver Anexo 7).
Primera prueba de acidez	6	Se utilizan medidores básicos que cumplen su función, pero su potencial de integración con sistemas más complejos es limitado (Ver Anexo 7).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Inoculación	7	Existen equipos para dosificar cultivos de manera uniforme, lo que abre la posibilidad de automatizar esta etapa en el futuro (Ver Anexo 7).
Incubación	7	Los tanques de incubación están equipados con sistemas de control de temperatura que, aunque básicos, son susceptibles de automatización (Ver Anexo 7).
Segunda prueba de acidez	6	Similar a la primera prueba, se utilizan herramientas simples que no cuentan con características avanzadas para la automatización (Ver Anexo 7).
Adición de calcio	6	Actualmente, las herramientas son manuales o semiautomáticas, lo que limita su disposición para ser automatizadas (Ver Anexo 7).
Adición de cuajo	6	Este proceso se realiza con dispositivos básicos de dosificación que, aunque funcionales, requieren modificaciones significativas para automatizarse (Ver Anexo 7).
Primer corte de cuajada	7	Se emplean cortadoras mecánicas que facilitan el proceso y podrían adaptarse a sistemas automáticos con modificaciones mínimas (Ver Anexo 7).
Segundo corte de la cuajada	7	Similar al primer corte, los equipos mecánicos actuales tienen un buen potencial para integrarse en un sistema automatizado (Ver Anexo 7).
Prueba de acidez	6	Las herramientas actuales son demasiado simples para conectarse directamente a un sistema automatizado (Ver Anexo 7).
Desuerado	7	Este proceso utiliza tanques con válvulas mecánicas, que pueden adaptarse para un control automatizado más eficiente (Ver Anexo 7).

Etapas del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Lavado e Hilado	8	Los equipos especializados que manejan grandes volúmenes tienen un alto potencial de automatización con ajustes relativamente sencillos (Ver Anexo 7).
Amasado	7	Las amasadoras mecánicas son básicas, pero tienen capacidad para ser integradas en sistemas más avanzados con algunas mejoras (Ver Anexo 7).
Moldeado	7	Las máquinas de moldeado actuales tienen buena disposición para la automatización al permitir ajustes en forma y tamaño de manera semiautomática (Ver Anexo 7).
Enfriamiento con agua helada	8	Los sistemas de enfriamiento actuales permiten un control razonable y son fácilmente integrables a un sistema automatizado (Ver Anexo 7).
Salado	7	Los equipos de inmersión y mezcla existentes pueden ser mejorados tecnológicamente para reducir la intervención manual (Ver Anexo 7).
Empacado	8	La máquina de empacado cuenta con una alta disposición para la automatización, dado que ya trabaja con componentes semiautomáticos (Ver Anexo 7).

Nota. Elaboración propia

Tabla 18

Evaluación del criterio Definición de ciclos.

Etapas del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	5	Este proceso no cuenta con ciclos de operación claramente definidos, ya que depende de variables como el volumen y las condiciones de la leche (Ver Anexo 6).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Recepción de la leche como materia prima	4	La recepción no tiene un ciclo repetitivo bien establecido, ya que varía según los proveedores y las condiciones logísticas (Ver Anexo 6).
Pasteurización	9	Este procedimiento se caracteriza por ciclos bien definidos y recurrentes, los cuales están regidos por parámetros estándar como la temperatura y el tiempo, facilitando así su automatización (Ver Anexo 6).
Enfriamiento	8	Los ciclos operativos están claramente establecidos y se adaptan a temperaturas concretas, aunque su ejecución puede estar influenciada por el flujo del producto (Ver Anexo 6).
Primera prueba de acidez	6	Este paso implica un proceso repetitivo, aunque el tiempo de análisis puede experimentar variaciones debido a la naturaleza manual del proceso (Ver Anexo 6).
Inoculación	7	Los ciclos están definidos según la cantidad de cultivo y el tiempo de mezcla, pero hay variabilidad dependiendo del tipo de leche (Ver Anexo 6).
Incubación	8	El proceso tiene un ciclo establecido, con tiempos y temperaturas predefinidos, lo que permite estandarizarlo (Ver Anexo 6).
Segunda prueba de acidez	6	Al igual que la primera prueba, tiene un procedimiento repetitivo, pero el tiempo puede variar por factores manuales (Ver Anexo 6).
Adición de calcio	7	Los ciclos están definidos según las proporciones necesarias, pero la precisión del tiempo puede ser inconsistente (Ver Anexo 6).
Adición de cuajo	7	Este proceso tiene tiempos definidos para la dosificación y mezcla, pero puede variar según la reacción química de la leche (Ver Anexo 6).

Etapas del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Primer corte de cuajada	7	Se realizan cortes en tiempos y tamaños predefinidos, aunque depende de la habilidad del operador (Ver Anexo 6).
Segundo corte de la cuajada	7	Similar al primer corte, los tiempos y el tamaño son estándar, pero hay ligeras variaciones según el lote (Ver Anexo 6).
Prueba de acidez	6	Aunque sigue un procedimiento repetitivo, el análisis manual introduce variaciones en los tiempos de operación (Ver Anexo 6).
Desuerado	7	Este paso tiene un ciclo operativo definido por el tiempo necesario para extraer el suero, pero requiere supervisión constante (Ver Anexo 6).
Lavado e Hilado	8	El proceso sigue un ciclo bien definido, con tiempos y temperaturas ajustados a las características del producto (Ver Anexo 6).
Amasado	7	Los ciclos de operación están estandarizados, pero pequeños ajustes manuales pueden alterar la uniformidad (Ver Anexo 6).
Moldeado	7	Este paso tiene un ciclo operativo claro para cada molde, aunque depende de la cantidad de producto manejado (Ver Anexo 6).
Enfriamiento con agua helada	8	El ciclo está claramente definido por los tiempos necesarios para alcanzar la temperatura deseada (Ver Anexo 6).
Salado	7	El proceso sigue un ciclo estándar basado en el tiempo de inmersión, pero puede variar según el tamaño de las piezas (Ver Anexo 6).
Empacado	8	Los ciclos están bien definidos para el empaquetado, lo que facilita la repetitividad en grandes volúmenes (Ver Anexo 6).

Nota. Elaboración propia

Tabla 19*Evaluación del criterio Parámetros de control.*

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	9	Se miden parámetros clave como pH, grasa y proteína, fundamentales para garantizar la calidad del producto final, con métodos bien establecidos (Ver Anexo 11).
Recepción de la leche como materia prima	6	A pesar de que se comprueban el peso y la temperatura, otros parámetros importantes como la acidez no se verifican en esta etapa (Ver Anexo 14).
Pasteurización	9	En este procedimiento, se presta especial atención al monitoreo de la temperatura, la duración y otros asuntos pertinentes a la seguridad (Ver Anexo 14).
Enfriamiento	8	Es un factor fundamental para mantener las condiciones requeridas del producto, que se preestablecen y controlan (Ver Anexo 14).
Primera prueba de acidez	8	El pH se verifica de forma continua, aunque el método manual puede causar ligeras variaciones en el control (Ver Anexo 14).
Inoculación	8	El número de cultivos que se añaden y la temperatura son otros parámetros que se establecen para que tenga lugar una fermentación adecuada (Ver Anexo 14).
Incubación	8	Este proceso se basa en parámetros como la temperatura y el tiempo, que son muy importantes para la formación de acidez (Ver Anexo 14).
Segunda prueba de acidez	8	Se revisa nuevamente el pH para asegurarse de que el proceso esté avanzando correctamente, utilizando métodos estandarizados (Ver Anexo 11).
Adición de calcio	7	La cantidad de calcio que se añade es un aspecto importante, aunque puede variar un poco dependiendo de la homogeneidad de la mezcla (Ver Anexo 14).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Adición de cuajo	7	La dosis de cuajo y el tiempo de reacción se controlan, pero dependen de factores como la calidad inicial de la leche (Ver Anexo 14).
Primer corte de cuajada	7	Se monitorea el tamaño de los granos de cuajada y el tiempo, aunque la precisión depende del operador (Ver Anexo 14).
Segundo corte de la cuajada	7	Similar al primer corte, se controlan parámetros como tamaño y consistencia, pero con cierta variabilidad manual (Ver Anexo 14).
Prueba de acidez	8	Se mide el pH con precisión para asegurar que el proceso está en el nivel deseado, siguiendo estándares definidos (Ver Anexo 11).
Desuerado	7	Se controla el tiempo y la cantidad de suero obtenido, aunque puede diferir según el corte del cuajo (Ver Anexo 14).
Lavado e Hilado	8	La temperatura y el tiempo se controlan para que el producto tenga la textura deseada (Ver Anexo 14).
Amasado	7	El tiempo y la temperatura son nuevamente críticos, pero la intervención manual puede introducir algunas variaciones (Ver Anexo 14).
Moldeado	7	Los moldes también se controlan por su peso y forma, pero el control puede depender de la persona que utiliza la máquina o del equipo que se utilice (Ver Anexo 14).
Enfriamiento con agua helada	8	Se regula la temperatura del agua y el tiempo de inmersión para lograr un enfriamiento uniforme (Ver Anexo 14).
Salado	7	La concentración de sal y el tiempo de inmersión son parámetros clave, aunque pueden variar según el tamaño de las piezas (Ver Anexo 14).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Empacado	7	Se miden parámetros como el sellado y el vacío, pero la variabilidad en el peso o tamaño de las piezas puede afectar la uniformidad (Ver Anexo 14).

Nota. Elaboración propia

Tabla 20

Evaluación del criterio Impacto en la calidad.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	9	Este paso es fundamental para garantizar la calidad del producto final, ya que cualquier variación en la leche afecta directamente las etapas posteriores (Ver Anexo 3).
Recepción de la leche como materia prima	7	La calidad inicial de la leche influye en todo el proceso, pero la etapa no incluye intervenciones que mejoren directamente el producto (Ver Anexo 3).
Pasteurización	9	Es una etapa crucial para la seguridad y calidad, al eliminar microorganismos en el queso (Ver Anexo 3).
Enfriamiento	8	Mantener la leche a la temperatura adecuada es importante para evitar cambios microbiológicos que podrían dañar la calidad y el sabor (Ver Anexo 3).
Primera prueba de acidez	8	Es necesario controlar el nivel de acidez para que esté dentro del rango adecuado para una fermentación correcta, influyendo tanto el sabor como en la textura (Ver Anexo 3).
Inoculación	9	La adición adecuada de cultivos afecta de forma directa la fermentación, afectando el sabor, la textura y la vida útil del queso (Ver Anexo 3).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Incubación	9	Es un momento clave donde se desarrollan las características organolépticas del queso, como el sabor y la textura, gracias a un control adecuado del pH (Ver Anexo 3).
Segunda prueba de acidez	8	Este control asegura que el proceso avance correctamente, lo que afecta en la consistencia final (Ver Anexo 3).
Adición de calcio	8	El calcio es vital para la formación de la cuajada y, por ende, para la textura del queso, incidiendo en su calidad (Ver Anexo 3).
Adición de cuajo	8	Una dosificación precisa del cuajo asegura una coagulación uniforme, resultando en un queso con mejor textura y consistencia (Ver Anexo 3).
Primer corte de cuajada	8	El tamaño del grano influye en la textura final del queso; un corte inadecuado puede generar inconsistencias en el producto (Ver Anexo 3).
Segundo corte de la cuajada	8	Este paso define aún más la textura y uniformidad del queso, siendo crucial para la calidad final (Ver Anexo 3).
Prueba de acidez	8	Asegurar el nivel de acidez correcto en esta etapa evita defectos en la textura y el sabor del queso (Ver Anexo 3).
Desuerado	8	La eliminación adecuada del suero es crucial para la textura final del queso, ya que un exceso de humedad puede afectar la calidad (Ver Anexo 3).
Lavado e Hilado	9	Este proceso define gran parte de la textura y elasticidad del queso mozzarella, siendo una etapa de alto impacto (Ver Anexo 3).

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Amasado	8	Garantiza una textura uniforme y adecuada para el moldeado posterior, influyendo directamente en la calidad (Ver Anexo 3).
Moldeado	8	El moldeado correcto asegura un tamaño y forma estandarizados, manteniendo la consistencia visual y funcional del producto (Ver Anexo 3).
Enfriamiento con agua helada	8	Afecta la textura final y asegura que el queso mantenga su forma y frescura, lo que impacta la percepción de calidad (Ver Anexo 3).
Salado	8	La correcta distribución de la sal no solo influye en el sabor, sino también en la conservación del queso (Ver Anexo 3).
Empacado	8	Un empaque adecuado protege el producto de contaminaciones externas y prolonga su vida útil, manteniendo la calidad percibida por el cliente (Ver Anexo 3).

Nota. Elaboración propia

Tabla 21

Evaluación del criterio Complejidad técnica.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	7	La evaluación requiere herramientas básicas como medidores de pH y lactómetros, que es posible incorporar a un sistema automatizado, aunque no muy fácilmente.
Recepción de la leche como materia prima	6	La logística y los registros son procesos bastante básicos. Sin embargo, integrar tecnología que automatice la verificación inicial de calidad es bastante difícil.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Pasteurización	8	Aunque es un proceso complejo, el uso de maquinaria especializada facilita su automatización y control técnico avanzado.
Enfriamiento	7	El control de temperatura implica tecnología básica, pero integrar un monitoreo continuo requiere modificaciones técnicas específicas.
Primera prueba de acidez	7	La dependencia de métodos manuales y herramientas simples hace que la automatización sea técnica pero moderadamente compleja.
Inoculación	7	Se necesitan sistemas de dosificación muy precisos y un control de mezcla, lo que complica la automatización.
Incubación	7	Aunque ya se tiene control sobre la temperatura y el tiempo, la integración de sensores y la automatización son un reto técnico que no es tan fácil.
Segunda prueba de acidez	7	Al igual que en la primera prueba, el verdadero desafío es sustituir la intervención manual por sensores automáticos.
Adición de calcio	6	La adición de sistemas automáticos para la suplementación de calcio es una tarea difícil debido al alto nivel de precisión requerido.
Adición de cuajo	6	La automatización de este proceso implica realizar cambios técnicos para asegurar que las dosis sean precisas y se mantengan consistentes.
Primer corte de cuajada	7	Aunque se puede realizar un corte mecanizado, la integración de tecnologías de control automatizado que ajusten el tamaño de las partículas formadas es un desafío técnico.
Segundo corte de la cuajada	7	Al igual que en el primer corte, la automatización total necesita tecnología avanzada para asegurar que todo sea homogéneo.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Prueba de acidez	7	La implementación de sistemas para el análisis continuo y en tiempo real del pH se encuentra dentro de lo factible.
Desuerado	7	Este proceso incluye la automatización de válvulas y flujo, lo que necesita tecnología específica, aunque no es tan difícil de conseguir.
Lavado e Hilado	8	Automatizar este paso requiere equipos avanzados que puedan mantener temperaturas precisas y ciclos uniformes.
Amasado	7	Aunque las amasadoras mecánicas ayudan, integrar un sistema completamente automatizado añade más complejidad.
Moldeado	7	Los ajustes automáticos de forma y tamaño tienen un nivel técnico moderado, pero son posibles con el equipo adecuado.
Enfriamiento con agua helada	7	Integrar un sistema que controle el tiempo y el flujo de agua requiere de un determinado esfuerzo técnico.
Salado	7	Automatizar la distribución uniforme de sal y el tiempo de inmersión implica desafíos técnicos manejables.
Empacado	8	Automatizar completamente el empaquetado requiere tecnología avanzada, pero existen soluciones viables en el mercado.

Nota. Elaboración propia

Tabla 22*Evaluación del criterio Costo-beneficio potencial.*

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Control de calidad de la leche	8	La automatización de este proceso implica una moderada inversión en sensores y sistemas de análisis, pero su efecto positivo en la calidad contribuye a la reducción de desperdicios y el aumento de la eficiencia.
Recepción de la leche como materia prima	6	Aunque la automatización podría reducir los errores cometidos durante el registro y la anotación del peso, las implicaciones económicas directas son mínimas porque este paso no cambia apreciablemente la calidad.
Pasteurización	9	Siendo el costo de la automatización alto, los beneficios en seguridad alimentaria, eficiencia energética y uniformidad justifican la inversión.
Enfriamiento	8	El gasto destinado a automatizar esta fase se equilibra con una reducción significativa en el daño a la calidad, así como un aumento en la vida útil del producto.
Primera prueba de acidez	7	La inversión en sistemas automatizados para medir el pH es sensata y ayuda a minimizar errores manuales, mejorando el control del proceso.
Inoculación	8	Aunque el precio de los dispensadores automáticos representa un desafío inicial, sus resultados positivos en la calidad y consistencia del producto pronto compensan el gasto.
Incubación	8	Automatizar el control de temperatura y tiempo contribuye a reducir costos operativos a largo plazo, mejorando la eficiencia y minimizando pérdidas.
Segunda prueba de acidez	7	La introducción de sistemas automáticos para esta prueba es económica y elimina dificultades en procesos posteriores al mejorar la eficiencia.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Adición de calcio	7	La automatización de este paso tiene un costo moderado, pero los beneficios en precisión y reducción de variabilidad son significativos.
Adición de cuajo	7	Invertir en sistemas automáticos de dosificación de cuajo es razonable y mejora la uniformidad en la formación de la cuajada.
Primer corte de cuajada	7	El equipo para realizar cortes uniformes tiene un precio razonable y aporta beneficios importantes a la calidad.
Segundo corte de la cuajada	7	Al igual que en el primer corte, la relación entre costo y beneficio de la automatización es favorable, ya que mejora la uniformidad y acorta el tiempo de operación.

Etapa del proceso	Valor asignado del 1 al 10	Explicación cualitativa
Prueba de acidez	7	Los gastos incurridos en la instalación de sensores automáticos de pH son menores que los beneficios logrados a través de reducciones en errores y un mayor control de calidad.
Desuerado	7	La automatización en la extracción de suero requiere una inversión razonable, pero aumenta la eficiencia y disminuye la variabilidad en la textura del queso.
Lavado e Hilado	8	Aunque automatizar esta fase conlleva un costo significativo, su impacto en la textura y calidad final lo compensa.
Amasado	7	El costo de la automatización es razonable, y los beneficios en uniformidad y reducción de intervención manual son evidentes.
Moldeado	7	Invertir en máquinas moldeadoras automáticas es sensato y asegura la estandarización del tamaño y la forma del queso.

Enfriamiento con agua helada	8	La automatización de este proceso tiene un costo moderado y un efecto considerable en la conservación de la calidad del producto.
Salado	7	La automatización de la distribución y tiempo de inmersión tiene un costo razonable y asegura una mejor distribución de sal, mejorando el sabor.
Empacado	8	Los equipos automáticos de empacado tienen un alto costo inicial, pero el ahorro en tiempo y la mejora en presentación y conservación lo justifican.

Nota. Elaboración propia

Finalmente, se presenta la matriz de priorización completa con las puntuaciones obtenidas para la selección de la etapa óptima a automatizar en el proceso de producción de queso mozzarella:

Tabla 23

Matriz de priorización para la selección de la etapa óptima a automatizar.

Etapa del proceso	Estandarización (25%)		Presencia de equipos (12%)		Definición de ciclos (12%)		Parámetros de control (25%)		Impacto en la calidad (12%)		Complejidad técnica (8%)		Costo-beneficio potencial (6%)		Total, Sumatoria de los valores en función al porcentaje
	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 25%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 12%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 12%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 25%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 12%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 8%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 6%	
Control de calidad de la leche	7	1,75	6	0,72	5	0,6	9	2,25	9	1,08	7	0,56	8	0,48	7,44
Recepción de la leche como materia prima	6	1,5	5	0,6	4	0,48	6	1,5	7	0,84	6	0,48	6	0,36	5,76
Pasteurización	9	2,25	9	1,08	9	1,08	9	2,25	9	1,08	8	0,64	9	0,54	8,92
Enfriamiento	8	2	8	0,96	8	0,96	8	2	8	0,96	7	0,56	8	0,48	7,92
Primera prueba de acidez	7	1,75	6	0,72	6	0,72	8	2	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,13
Inoculación	8	2	7	0,84	7	0,84	8	2	9	1,08	7	0,56	8	0,48	7,8
Incubación	8	2	7	0,84	8	0,96	8	2	9	1,08	7	0,56	8	0,48	7,92
Segunda prueba de acidez	7	1,75	6	0,72	6	0,72	8	2	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,13
Adición de calcio	7	1,75	6	0,72	7	0,84	7	1,75	8	0,96	6	0,48	7	0,42	6,92
Adición de cuajo	7	1,75	6	0,72	7	0,84	7	1,75	8	0,96	6	0,48	7	0,42	6,92

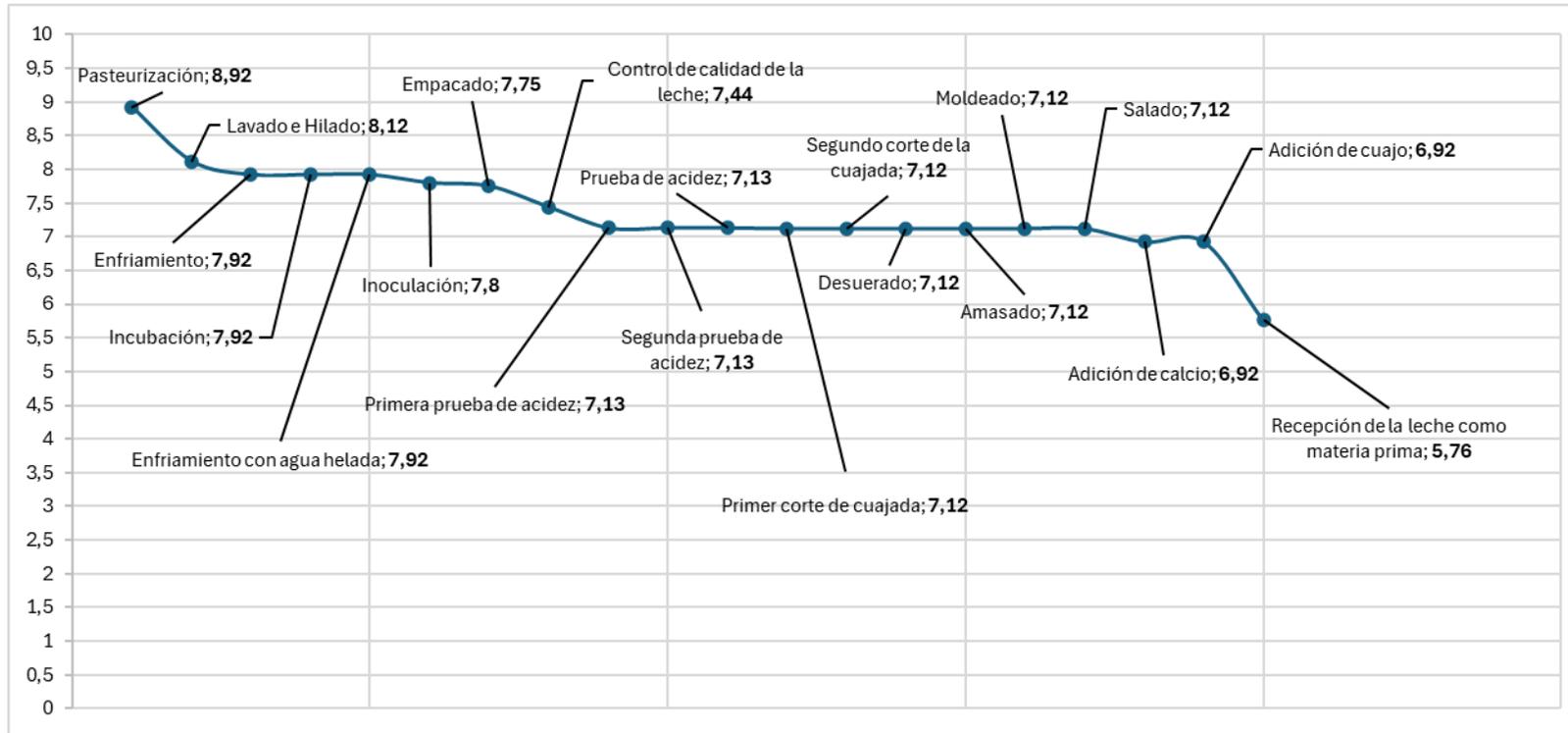
Etapa del proceso	Estandarización (25%)		Presencia de equipos (12%)		Definición de ciclos (12%)		Parámetros de control (25%)		Impacto en la calidad (12%)		Complejidad técnica (8%)		Costo-beneficio potencial (6%)		Total, Sumatoria de los valores en función al porcentaje
	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 25%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 12%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 12%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 25%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 12%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 8%	Valor asignado del 1 al 10	Valor en función al 6%	
Primer corte de cuajada	7	1,75	7	0,84	7	0,84	7	1,75	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,12
Segundo corte de la cuajada	7	1,75	7	0,84	7	0,84	7	1,75	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,12
Prueba de acidez	7	1,75	6	0,72	6	0,72	8	2	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,13
Desuerado	7	1,75	7	0,84	7	0,84	7	1,75	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,12
Lavado e Hilado	8	2	8	0,96	8	0,96	8	2	9	1,08	8	0,64	8	0,48	8,12
Amasado	7	1,75	7	0,84	7	0,84	7	1,75	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,12
Moldeado	7	1,75	7	0,84	7	0,84	7	1,75	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,12
Enfriamiento con agua helada	8	2	8	0,96	8	0,96	8	2	8	0,96	7	0,56	8	0,48	7,92
Salado	7	1,75	7	0,84	7	0,84	7	1,75	8	0,96	7	0,56	7	0,42	7,12
Empacado	8	2	8	0,96	8	0,96	7	1,75	8	0,96	8	0,64	8	0,48	7,75

Nota. Elaboración propia

Seguidamente se muestra el diagrama de dispersión basado en los valores totales de cada una de las etapas del proceso:

Figura 6

Diagrama de Dispersión para la matriz de priorización.



Nota. Elaboración propia

4.3.2 Análisis de las puntuaciones logradas en la matriz de priorización por subproceso

Al aplicarse la matriz de priorización, los diferentes subprocesos alcanzaron variados niveles de adecuación a la automatización, donde los valores alcanzados oscilaron en un rango de entre 5,7 y 8,9 en una escala máxima de 10, teniendo un rango de variación de 3,2 puntos.

Los subprocesos que alcanzaron los valores más altos fueron:

1. Pasteurización (8,92)
2. Lavado e Hilado (8,12)
3. Enfriamiento (7,92)
4. Incubación (7,92)
5. Enfriamiento con agua helada (7,92)
6. Empacado (7,75)

Estas etapas se destacan por su alto grado de estandarización, la presencia de equipos susceptibles de automatización, ciclos bien definidos, parámetros de control claros, y un impacto significativo en la calidad del producto final.

Por otro lado, las etapas que obtuvieron los puntajes más bajos son:

1. Recepción de la leche (5,76)
2. Adición de calcio (6,92)
3. Adición de cuajo (6,92)

Los tres subprocesos son los que tienen mayores dificultades para ser automatizados, bien sea por la complejidad del subproceso, la ausencia de equipos a ser automatizados o la complejidad técnica que implica automatizarlos.

4.3.3 Justificación del subproceso más adecuado a la automatización seleccionado

De acuerdo con los resultados de la matriz de priorización, el subproceso de Pasteurización resulta la opción más favorable para la automatización, logrando un puntaje total de 8,92, la decisión se basa en los aspectos siguientes:

Alto nivel de estandarización (9/10): La pasteurización es un subproceso que cuenta con por protocolos estandarizados para garantizar la seguridad y calidad del producto, los protocolos entonces facilitan la implementación de sistemas automatizados (Caisabanda & Choloquina, 2022).

Presencia de equipos (9/10): La planta actualmente cuenta con equipos de pasteurización (tanque, ductos, caldera y otros) que pueden ser integrados y controlados con

sistemas de automatización que emplean sensores, controladores y actuadores (Balderrama, 2023).

Ciclos bien definidos (9/10): Como el proceso se realiza con ciclos tanto de calentamiento como de enfriamiento que son claros, repetitivos y predecibles, la automatización se hace factible, al poderse programar parámetros específicos para cada ciclo (Vargas, 2019).

Parámetros de control (9/10): La pasteurización necesita un seguimiento constante de variables clave como la temperatura y el flujo, las cuales son fáciles de medir con la tecnología actual, por lo que se le atribuye un alto valor a este indicador (Cuji, 2018).

Impacto en la calidad (9/10): Al ser un proceso necesario para la seguridad alimentaria, la pasteurización está de manera automatizada y esto mejora la calidad del queso mozzarella, al mismo tiempo, mejora eficazmente el producto (Caisabanda & Choloquina, 2022).

Complejidad técnica (8/10): Las dificultades técnicas involucradas en la automatización de la pasteurización, como la configuración de los sensores y la estructura real de los sistemas de control, crean obstáculos, y aunque existen estos desafíos, pueden resolverse con la tecnología disponible actualmente (Cabrera, 2017).

Costo-beneficio potencial (9/10): A pesar de que la inversión inicial en tecnología de automatización puede ser elevada, los beneficios son considerables, incluyéndose ahorros en energía, reducción de costos laborales, mejora en la eficiencia operativa y un aumento en la calidad del producto, todos estos factores justifican la inversión (Cortés & Ortiz, 2019).

4.3.4 Desarrollo de la Propuesta de Automatización de la etapa seleccionada en el proceso de elaboración de queso Mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.

Introducción

La pasteurización es un proceso fundamental en la producción del queso mozzarella, donde se garantiza la seguridad de la leche a través de un tratamiento térmico controlado. En el contexto de la planta piloto CETTEPS-UNACH, donde los alumnos de Ingeniería Agroindustrial llevan a cabo sus prácticas académicas, la automatización de este subproceso representa una mejora en la eficiencia del proceso, así como en la calidad final del producto, y al mismo tiempo, el valor educativo de las prácticas queda resguardado.

La propuesta de automatización contempla un nivel de implementación básico, pero a su vez efectivo, permitiendo a los operadores (los estudiantes) tanto entender de mejor manera el subproceso de pasteurización y su componente de automatización (nivel académico) y realizar el subproceso de formas más precisa (nivel operativo).

Objetivo

Desarrollar un sistema automatizado para el subproceso de pasteurización de la elaboración de queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH, básico y viable económicamente, usado para el eficiente manejo del subproceso y que repercuta tanto en la calidad del producto final como en el aprendizaje práctico de los estudiantes que realizan las prácticas.

Parámetros de control en proceso de automatización de pasteurización

La tabla 24, describe los parámetros a ser controlados dentro de la etapa de pasteurización del tipo HTST por lotes, usada por su sencillez y poca necesidad de equipamiento por pequeños productores, al ser implementada la automatización:

Tabla 24

Parámetros de automatización de la etapa de pasteurización

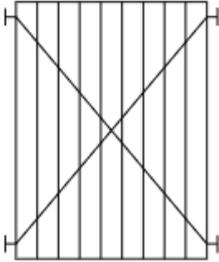
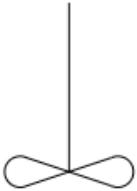
Parámetros de control	Descripción	Rango/Valor	Justificación del Rango/Valor
Entrada: Temperatura inicial	Temperatura de la leche al inicio	4-6 °C	Según FDA y Codex Alimentarius para leche cruda refrigerada, evita la proliferación microbiana
Entrada: Volumen de leche	Cantidad de leche pasteurizada	20-50 litros	Capacidad típica de pasteurizador lote para planta piloto educativa
Salida: Temperatura de pasteurización	Temperatura máxima alcanzada	72-75 °C	HTST estándar según FDA para eliminación efectiva de patógenos
Salida: Tiempo de retención	Duración del tratamiento térmico	15-20 segundos	Tiempo mínimo requerido para HTST según normativas internacionales
Salida: Temperatura de enfriamiento	Temperatura final del proceso	≤ 4 °C	Requerimiento FDA para almacenamiento seguro post-pasteurización

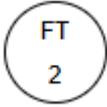
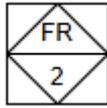
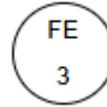
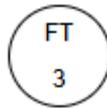
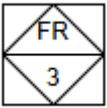
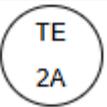
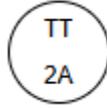
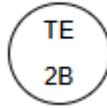
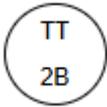
Nota. Elaboración propia

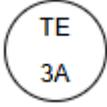
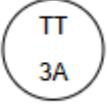
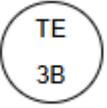
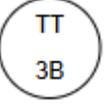
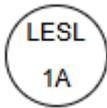
Listado de equipos necesarios para la implementación de la automatización

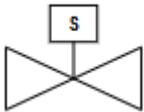
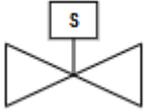
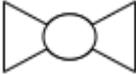
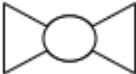
La tabla 25, enumera y refiere la cantidad de equipos mínimos a ser adquiridos para ser viable la automatización del proceso de pasteurización:

Tabla 25*Equipos a implementar para la automatización de la pasteurización.*

Equipo	Descripción/Función	Clasificación	Símbolo
Tanque Abierto 01	Almacenamiento temporal de leche no pasteurizada	Elemento de proceso	
Tanque Abierto 02	Almacenamiento temporal de leche no pasteurizada	Elemento de proceso	
Bomba centrífuga sanitaria 01	Circulación de leche del tanque abierto 01 al intercambiador	Actuador hidráulico	
Bomba centrífuga sanitaria 02	Circulación de leche del tanque cerrado al intercambiador	Actuador hidráulico	
Intercambiador de calor de placas	Calentamiento y enfriamiento rápido de la leche	Elemento de proceso	
Tubo de retención (dentro de tanque cerrado)	Mantiene el tiempo de retención requerido	Elemento de proceso	
Agitador Mecánico	Mantener la leche homogénea	Elemento de proceso	

Equipo	Descripción/Función	Clasificación	Símbolo
Sensor de Caudal	Instrumento discreto Montado en Campo para medir el fluido de la leche en el lazo 2	Instrumento	
Transmisor de Caudal	Instrumento discreto Montado en Campo para transmitir la medida del fluido de la leche en el lazo 2	Instrumento	
Registro de Caudal	Control lógico programable montado en tablero para el registro de la medida del fluido de la leche en el lazo 2	Control lógico programable	
Sensor de Caudal	Instrumento discreto Montado en Campo para medir el fluido de la leche en el lazo 3	Instrumento	
Transmisor de Caudal	Instrumento discreto Montado en Campo para transmitir la medida del fluido de la leche en el lazo 3	Instrumento	
Registro de Caudal	Control lógico programable montado en tablero para el registro de la medida del fluido de la leche en el lazo 3	Control lógico programable	
Sensor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para medir la temperatura de la leche en el lazo 2A	Instrumento	
Transmisor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para transmitir la medida de la temperatura de la leche en el lazo 2A	Instrumento	
Registro de Temperatura	Control lógico programable montado en tablero para el registro de la medida de temperatura de la leche en el lazo 2	Control lógico programable	
Sensor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para medir la temperatura de la leche en el lazo 2B	Instrumento	
Transmisor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para transmitir la medida	Instrumento	

Equipo	Descripción/Función	Clasificación	Símbolo
	de la temperatura de la leche en el lazo 2B		
Registro de Temperatura	Control lógico programable montado en tablero para el registro de la medida de temperatura de la leche en el lazo 2	Control lógico programable	
Sensor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para medir la temperatura de la leche en el lazo 3A	Instrumento	
Transmisor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para transmitir la medida de la temperatura de la leche en el lazo 3A	Instrumento	
Registro de Temperatura	Control lógico programable montado en tablero para el registro de la medida de temperatura de la leche en el lazo 3	Control lógico programable	
Sensor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para medir la temperatura de la leche en el lazo 3B	Instrumento	
Transmisor de Temperatura	Instrumento discreto Montado en Campo para transmitir la medida de la temperatura de la leche en el lazo 3B	Instrumento	
Registro de Temperatura	Control lógico programable montado en tablero para el registro de la medida de temperatura de la leche en el lazo 3	Control lógico programable	
Interruptor de Elemento Primario de Nivel Bajo	Instrumento discreto Montado en Campo que determina el nivel más bajo de leche en el tanque abierto 01	Instrumento discreto	
Interruptor de Elemento Primario de Nivel Alto	Instrumento discreto Montado en Campo que determina el nivel más alto de leche en el tanque abierto 01	Instrumento discreto	

Equipo	Descripción/Función	Clasificación	Símbolo
Válvula Solenoide 01	Control de flujo automático en el sistema para el tramo del tanque abierto 01 al intercambiador	Actuador electromecánico	
Válvula Solenoide 02	Control de flujo automático en el sistema para el tramo del tanque abierto 02 a otros pasos del proceso de elaboración de quesos	Actuador electromecánico	
Válvula Esférica 01	Control de flujo manual del intercambiador al tanque cerrado	Actuador manual	
Válvula Esférica 02	Control de flujo manual del tanque abierto 02 a otros pasos del proceso de elaboración de quesos	Actuador manual	
Panel HMI táctil	Interfaz de usuario y visualización	Interface HMI	
PLC básico	Control central del proceso (temperatura, tiempo y flujo)	Controlador principal	

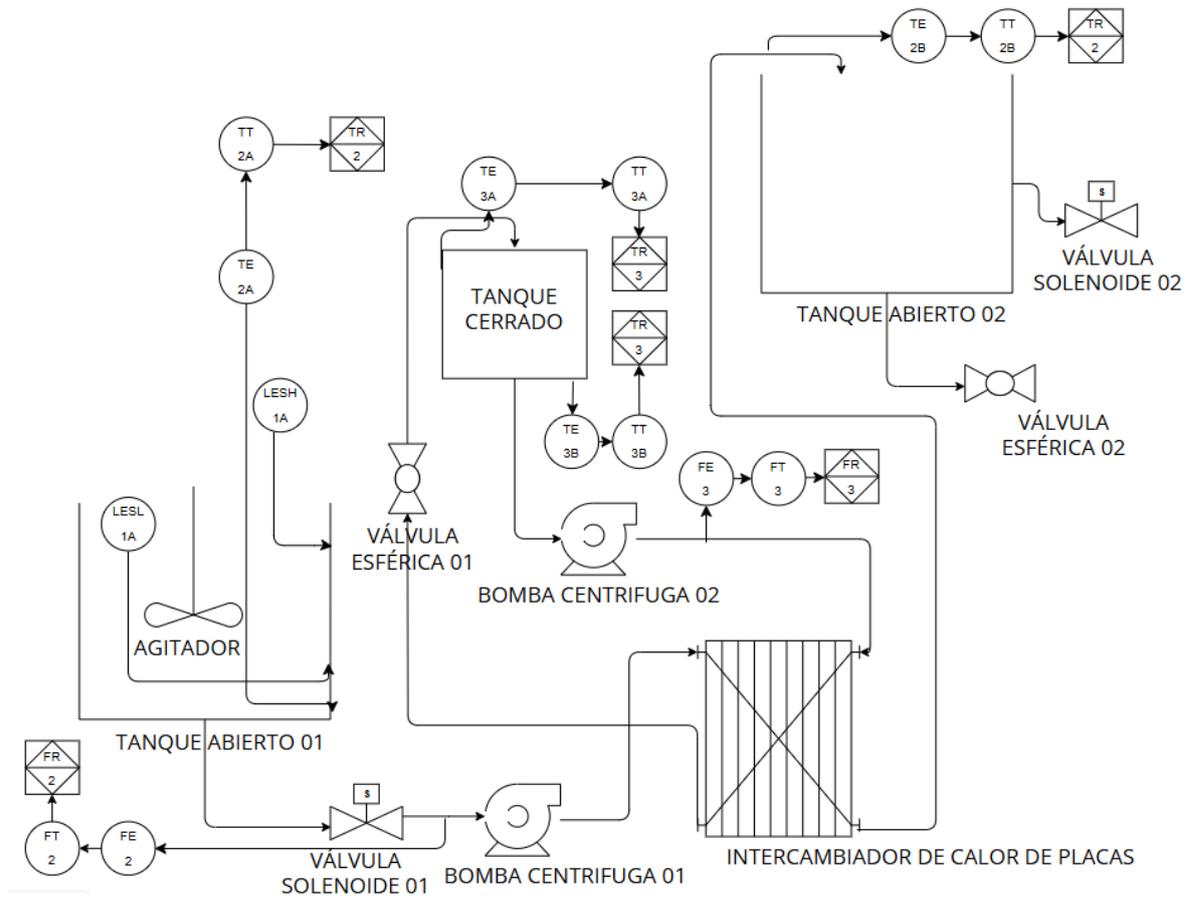
Nota. Elaboración propia

Esquema del subproceso automatizado

En la figura 7, se presenta un modelo de un esquema de trabajo de un sistema automatizado, de un proceso de pasteurización HTST por lotes. Este modelo fue adaptado del estudio realizado por Cortes & Ortiz (2019) sobre la automatización de una planta de pasteurizadora con fines formativos, y se ha modificado según los requerimientos específicos identificados en nuestra planta de investigación (CETTEPS-UNACH). El diagrama fue elaborado con el software Visual Paradigm. Por otra parte, la figura 8 presenta una gráfica del mismo proceso desarrollada con el software LabVIEW, la cual incluye la fuente de los fluidos de enfriamiento y calefacción.

Figura 7

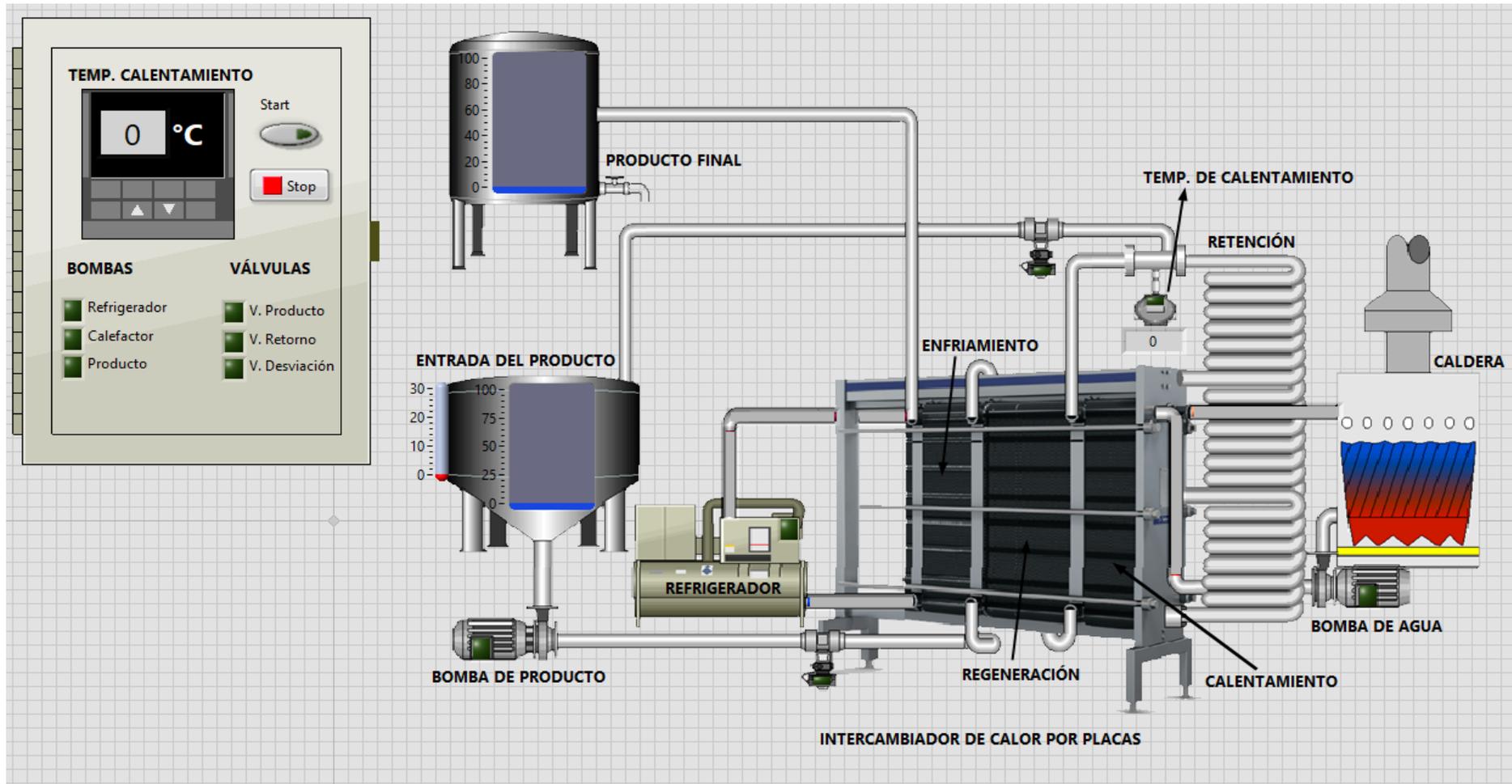
Esquema del proceso de automatización de la pasteurización P&ID.



Nota. Elaboración propia en base a (Cortés & Ortiz, 2019)

Figura 8

Esquema del proceso de automatización de la pasteurización.



Nota. Elaboración propia

Ventajas y beneficios de la propuesta

La implementación de esta propuesta de automatización traerá múltiples beneficios para la planta piloto CETTEPS-UNACH. En primer lugar, permitirá mantener un control más preciso sobre los parámetros críticos del proceso de pasteurización, lo que resultará en una mejor calidad y consistencia del producto final.

A nivel académico, los estudiantes que realizan las prácticas pasaran a conocer y operar con un sistema automatizado del tipo industrial, que será una buena experiencia académica, además, como el sistema es básico, su operatividad y mantenimiento será más fácil, y supondrá un costo más accesible para una institución educativa. El sistema también permitirá el registro de datos del proceso, lo cual es valioso tanto para fines educativos como para el seguimiento de la calidad del producto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La evaluación de la situación actual del proceso productivo de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH reveló notables diferencias en el desempeño entre las distintas etapas del proceso, puesto que, los resultados mostraron rangos de calidad que fluctuaron desde 66,33% hasta 91,33%, donde procesos como el empacado, la primera prueba de acidez y el primer corte de cuajada demostraron el mejor rendimiento, en contraste, se identifican puntos críticos que requieren atención inmediata, específicamente en las etapas de recepción de leche, pasteurización y amasado. La evaluación del grado de estandarización a nivel global arrojó un resultado de 60,20%, lo que indica que se encuentra en un nivel intermedio, lo que implica que hay un buen espacio para mejorar y perfeccionar el proceso hasta alcanzar los estándares que se buscan.

Al determinar los niveles de calidad del queso mozzarella en la planta se obtuvo un valor de calidad total del 52,5% considerado nivel medio de calidad, se demostró el incumplimiento en alguno de los componentes técnicos evaluados, cómo las fichas técnicas de aditivos, los análisis de conservantes y de contaminantes, además c pudo constatar que no hubo cumplimiento alguno en aspectos de diseño presentación y servicio, lo que ocurre por el carácter o contexto educativo de la planta, la cual funciona sin elementos como planos técnicos, proceso de etiquetado, o sistemas de control de caducidad. La finalidad académica no permite entonces el cumplimiento de muchos estándares industriales, pero no por ello se deben dejar los controles técnicos sin ser mejorados, y los aspectos de diseño y empaque ser implementados.

Se logró la identificación del subproceso más adecuado para la automatización dentro del proceso productivo de elaboración de queso mozzarella, por medio y una matriz de priorización diseñada específicamente para tal fin, determinándose que qué es tu proceso de pasteurización resulta el más óptimo para aplicar la automatización, obteniendo en la matriz una puntuación de 8,92.

Se elaboró una propuesta dónde el sistema de pasteurización a ser empleado es del tipo HTST por lotes qué es el más adecuado por su simplicidad y accesibilidad económica a procesos productivos pequeños, dónde se manejan las variables de nivel flujo y temperatura en los diversos equipos que permiten el enfriamiento y calentamiento de la leche dentro de los parámetros esperados para lograr la eliminación eficiente de los elementos patógenos en

la leche lo que permite al productor final, el queso mozzarella, alcanzar los niveles adecuados de inocuidad y calidad.

Esta iniciativa tiene un doble beneficio: además de mejorar la uniformidad del producto, ofrece a los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial una valiosa oportunidad de familiarizarse con sistemas automatizados diseñados para operaciones de pequeña escala.

5.2 Recomendaciones

En cuanto al primer objetivo es posible proponer la adopción de un sistema para la gestión de la calidad basado en el cumplimiento de la norma INEN 9001, donde se incluyan todos los procedimientos costo de documentación respectiva ir a adopción de una evaluación interna realizada de forma regular para la optimización del control del proceso, dónde es requerido además aplicar métodos específicos para los subprocesos con menor eficiencia: recepción de materia prima, pasteurización y amasado, de forma que se pueda lograr una mayor uniformidad en dichos subprocesos. Se aconseja también formar al equipo humano en prácticas adecuadas de fabricación, seguimiento y gestión documental, para minimizar las variaciones detectadas.

Respecto al segundo objetivo, se aconseja elaborar y registrar detalladamente las características técnicas del queso mozzarella, a compartir documentación sobre aditivos, análisis de elementos contaminantes y registros sistemáticos de calidad que aseguren el cumplimiento normativo, se sugiere además, el establecimiento de un sistema de supervisión del tipo continuo como indicadores críticos como: contenido graso, contenido proteico, grado de acidez y nivel de humedad, para que a la par con evaluaciones sensoriales y análisis de laboratorio realizaba de forma periódica se puedan perfeccionar de forma constante las propiedades del queso mozzarella.

Finalmente, sobre el tercer objetivo, se exhorta a conseguir la automatización del subproceso de pasteurización por medio de un sistema HTST por lotes, el cual es simple y viable económicamente, y que permite controlar de forma precisa las variables de operación, así como integrar elementos de medición y control automáticos que aseguren la uniformidad del producto. Resulta pertinente capacitar a estudiantes y personal en el manejo y conservación del sistema automatizado, promoviendo un aprendizaje práctico. Se recomienda también realizar un seguimiento constante del rendimiento del sistema para evaluar su eficacia, mejorar su operación y considerar su implementación en otras fases críticas del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, V., Sarmiento, W., Mejía, J., Castaño, Á., & Troncoso, A. (2020). Análisis de causas de ineficiencias en servicio al cliente. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 55–59.
- Alcántara, E., & León, M. (2022). Propuesta de mejora del proceso productivo de queso mozzarella y su impacto en la producción de la empresa inversiones Ogoris S.A.C Cajamarca. In *[Tesis Pregrado]*. Universidad Privada del Norte.
- Alcocer, P., Calero, M., Cedeño, N., & Lapo, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Revista de Estudios Empresariales y Empresariales*, 4(2), 123–131. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.82>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. <https://www.researchgate.net/publication/352157132>
- Balderrama, B. (2023). *Automatización del proceso de pasteurización en la planta del municipio de Pocona* [Tesis de ingeniería, Universidad Mayor de San Simón]. <http://ddigital.umss.edu.bo/handle/123456789/41393>
- Barona, G., & Velasteguí, L. (2021). Automatización de procesos industriales mediante Industria 4.0. *AlfaPublicaciones*, 3(3.1), 84–101. <https://doi.org/10.33262/ap.v3i3.1.80>
- Baskiewicz, N., & Nizialek, I. (2013). Cause-and-effect analysis as a production efficiency management tool in the enterprise operating in a joinery industry. *Annals of Warsaw University of Life Sciences SGGW Forestry and Wood Technology*, 82(2013), 61–64. <https://wulsannals.com/article/76284/en>
- Bernal, S., & Niño, D. (2018). *Modelo multicriterio aplicado a la toma de decisiones representables en diagramas de Ishikawa* [Tesis de ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/8a96e0b4-2cb8-462d-ae13-a34c16452ce9/content>
- Burgos, C., Viñán, P., Rivera, M., Romero, M., & Gualli, D. (2021). El despliegue de la función de calidad como herramienta para el diseño de productos: Cuy Andino (Cavia Porcellus) como caso de estudio. *Revista de Ciencias Económicas, Jurídicas y Administrativas*, 4(6), 52–69. <https://doi.org/10.37135/kai.03.06.04>
- Cabrera, K. (2017). *Diseño e implementación de un Sistema SCADA para el Proceso de Pasteurización de Leche* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4056/1/UPSE-TET-2017-0007.pdf>

- Caisabanda, M., & Choloquina, E. (2022). *Automatización del proceso de pasteurización de leche en la fábrica de helados iglú del cantón Pujilí provincia de Cotopaxi* [Tesis de ingeniería]. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Camacho, Y., & Arámbula, Y. (2017). Instrumentos de diagnóstico de eficiencia y efectividad en los procesos productivos de las mipymes del sector confecciones de Barrancabermeja, Santander a través modelos mixtos. *Revista Integra: Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico E Innovación*, 5(1), 6–35. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/int/article/view/668/736>
- Celis, O. (2022). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo integral para los equipos de la empresa Cogansonorte Toledo Norte de Santander* [Tesis de ingeniería mecánica, Universidad Francisco de Paula Santander]. <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/7180/1121403.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chiliquina, C., & Quinto, W. (2017). Automatización de salado de queso en el proceso de producción para el mejoramiento dentro del campo alimenticio en la empresa de lácteos JB del cantón Guamote. In *[Tesis Pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- Cortés, F., & Ortiz, L. (2019). *Automatización de una planta de pasteurización con fines formativos* [Tesis de ingeniería, Universidad San Buenaventura]. <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/169844.pdf>
- Cuji, M. (2018). *Modelamiento de un sistema automático híbrido para el proceso de pasteurización de leche* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/9203>
- Desimavilla, E. (2016). Aplicación de Herramientas de Mejora Continua en una Línea de Envases Plásticos Retornables. In *[Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]*.
- Díez, J. (2014). *Optimización de la cadena logística. Manual teórico*. Editorial CEP S.L.
- Fala, J. (2022). *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo programado para la Empresa de Lácteos Campo Fino de la ciudad de Salcedo utilizando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/16222>
- FAO. (2017). Queso mozzarella. Requisitos. In *TopCulinario.com*.
- González, C., Domingo, R., & Sebastián, M. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Universidad Nacional de Educación a Distancia .

- Gualila, M. R. (2018a). Diseño De Un Proceso Industrial Para La Elaboración De Queso Mozzarella En La Corporación De Organizaciones Campesinas E Indígenas De Las Huaconas Y Culluctus (Cocihc), Cantón Colta. In *[Tesis de Pregrado, Escuela Superios Politecnica de Chimborazo]*.
- Gualila, M. R. (2018b). Diseño De Un Proceso Industrial Para La Elaboración De Queso Mozzarella En La Corporación De Organizaciones Campesinas E Indígenas De Las Huaconas Y Culluctus (Cocihc), Cantón Colta. In *[Tesis de Pregrado, Escuela Superios Politecnica de Chimborazo]*.
- Guzmán, A. (2023). *Propuesta de automatización en el proceso de producción de queso fresco en la Empresa Gavilánez en la Provincia Bolívar* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/1ed36fa0-ba6b-474e-a55a-e9d185fc8674>
- Huerta, F., & Huerta, S. (2022). *Gestión de Procesos en el sector público*. Instituto de Economía y Empresa.
- Humacata Castrillo, A. B. (2023). Plan de inspección basado en matriz de criticidad y frecuencia de fallos para equipos en la producción de lácteos. *Journal Boliviano de Ciencias*, 19(54), 40–60. <https://doi.org/10.52428/20758944.v19iespecial.973>
- INEN. (2011). *NTE INEN 82:2011 sobre requisitos del queso Mozzarella*. www.inen.gob.ec
- INEN. (2014). *Norma ISO 8586 - Análisis sensorial*.
- INEN. (2015). *ECUATORIANA NTE INEN-ISO 9001*.
- INEN. (2016). *Sistema de Gestión de Calidad - Requisitos (ISO 9001: 2015, 2015 IDT)*.
- INEN 82. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos. Queso Mozzarella*. <https://es.scribd.com/document/440903071/NTE-INEN-111>
- Matamoros, O. (1999). Normas ISO 9000: Su base Documental. *Bibliotecas*, XVII(1), 1–20.
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. In *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Montero, E. (2013). Situación Actual y Perspectiva del Sector Lácteo a Nivel Mundial. In *Congreso Nacional Lechero*.
- Moreno, M. (2020). *Guía para identificar los procesos que deben ser automatizados en la transformación digital* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT].

<https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/8d0bace5-415d-4bf4-99fa-4782a2b4a870/content>

- Muñoz, J., & Velázquez, J. (2023). Diseño de matriz como herramienta para la evaluación de requerimientos de calidad, medio ambiente y seguridad. *Project Design and Management*, 5(1). <https://doi.org/10.35992/pdm.5vi1.1129>
- Murillo, J., Ortega, J., & Aguirre, J. (2013). *Diseño de un Sistema de Gestión por Procesos en una empresa dedicada a la producción de Productos Lácteos en la ciudad de Quevedo* [Tesis de economía, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24488/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20de%20gestion%20por%20procesos%20en%20una%20empresa%20lactea_ICM.pdf
- Namakforoosh, M. (2002). *Metodología de la investigación* (Editorial).
- Ochoa Sangrador, C., & Molina Árias, M. (2018). Estadística. Tipo de variables. Escalas de medida. *Evidencias En Pediatría*, 14(29), 1–5.
- Pérez, M. (2014). *Estandarización de procesos de la empresa textiles técnicos*.
- Ramírez, C., Vélez, J., & . (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos De Ingeniería De Alimentos*, 2, 131–148.
- Sablón, N., Crespo, E., Pulido, A., Acevedo, A., & Ruiz, S. (2021). Análisis de integración de la cadena de suministros en la industria textil en Ecuador. Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 29(1), 94–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052021000100094>
- Schaller, A. (2003a). Quesos. *Alimentos Argentinos*, 23, 29–36.
- Schaller, A. (2003b). Quesos. *Alimentos Argentinos*, 23, 29–36.
- Sucre, H., & Villafuerte, R. (2020). *Diseño del proceso de micro molienda dentro de la empresa* [Tesis de ingeniería industrial, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51820>
- Valdivia, A., Peña, L., & Huaco, M. (2020). Instrumento de medición del Índice de Calidad de Vida Urbana: Barrios Urbano Marginales, Perú. *Revista de Ciencias Sociales*, 16(2), 355–375. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/34133/35975>
- Vargas, R. (2019). *Modernización del sistema automatizado para el proceso de pasteurización de crema en la Cooperativa de Productores de Leche, Dos Pinos R.L* [Tesis de licenciatura, Tecnológico de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/2238/10795>

Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723–9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

ANEXOS

Anexo 1. Matrices de evaluación de procesos productivos por etapas utilizando las 5M's de Calidad

Evaluación de las 5M's en el Control de calidad de la leche

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (4%)	Método (2%)	Maquinaria (2%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (1%)	Evaluación por etapa
Control de calidad de la leche (10%)	Operarios	3.29	1.60	1.39	0.80	0.88	7.96
	Técnicos	3.5	1.75	2	0.65	0.5	8.40
	Evaluador	3.5	1.6	2	0.4	0.4	7.90
	Promedio	3.43	1.65	1.80	0.62	0.59	8.09

Evaluación de las 5M's en la Recepción de la leche como materia prima

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1%)	Método (0.5%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Recepción de la leche (3%)	Operarios	0.83	0.43	0.45	0.39	0.43	2.52
	Técnicos	0.65	0.25	0.45	0.3	0.3	1.95
	Evaluador	0.8	0.1	0.2	0.3	0.1	1.50
	Promedio	0.76	0.26	0.37	0.33	0.28	1.99

Evaluación de las 5M's en la etapa de Pasteurización

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1%)	Método (2%)	Maquinaria (3%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (1%)	Evaluación por etapa
Pasteurización (8%)	Operarios	0.82	1.51	2.28	0.83	0.78	6.20
	Técnicos	0.75	1.50	2.15	0.93	0.65	5.98

Evaluador	0.6	1.4	1.5	0.35	0.35	4.20
Promedio	0.72	1.47	1.98	0.70	0.59	5.46

Evaluación de las 5M's en el Enfriamiento

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (1.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Enfriamiento (4%)	Operarios	0.38	0.78	1.19	0.41	0.39	3.15
	Técnicos	0.475	0.925	1.2	0.45	0.1	3.15
	Evaluador	0.45	0.7	1.1	0.35	0.05	2.65
	Promedio	0.43	0.80	1.16	0.40	0.18	2.98

Evaluación de las 5M's en la Primera prueba de acidez

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Primera prueba de acidez (3%)	Operarios	0.49	0.88	0.43	0.45	0.44	2.70
	Técnicos	0.5	1	0.5	0.38	0.40	2.78
	Evaluador	0.5	1	0.5	0.35	0.25	2.60
	Promedio	0.50	0.96	0.48	0.39	0.36	2.69

Evaluación de las 5M's en la etapa de Inoculación

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (2%)	Método (2%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (1%)	Evaluación por etapa
	Operarios	1.79	1.81	0.91	0.83	0.86	6.19

Inoculación (7%)	Técnicos	1.55	1.85	0.5	0.6	0.53	5.03
	Evaluable	1.7	1.8	0.6	0.65	0.2	4.95
	Promedio	1.68	1.82	0.67	0.69	0.53	5.39

Evaluación de las 5M's en la etapa de Incubación

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1%)	Método (1.5%)	Maquinaria (1.5%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (1%)	Evaluación por etapa
Incubación (6%)	Operarios	0.90	1.31	1.33	0.87	0.86	5.26
	Técnicos	0.85	1.45	0.85	0.85	0.55	4.55
	Evaluable	0.7	1.4	0.8	0.7	0.3	3.90
	Promedio	0.82	1.39	0.99	0.81	0.57	4.57

Evaluación de las 5M's en la Segunda prueba de acidez

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Segunda prueba de acidez (3%)	Operarios	0.45	0.89	0.45	0.38	0.44	2.61
	Técnicos	0.5	1	0.5	0.325	0.3	2.63
	Evaluable	0.5	1	0.5	0.35	0.25	2.60
	Promedio	0.48	0.96	0.48	0.35	0.33	2.61

Evaluación de las 5M's en la Adición de calcio

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1.5%)	Método (1%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Adición de calcio (4%)	Operarios	1.39	0.74	0.41	0.40	0.46	3.39
	Técnicos	1.23	0.65	0.19	0.31	0.33	2.70

	Evaluador	1.05	0.7	0.3	0.35	0.2	2.60
	Promedio	1.22	0.70	0.30	0.35	0.33	2.90

Evaluación de las 5M's en la Adición de cuajo

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (2%)	Método (1.5%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Adición de cuajo (6%)	Operarios	1.84	1.33	0.91	0.82	0.46	5.35
	Técnicos	1.53	1.50	0.50	0.80	0.28	4.60
	Evaluador	1.3	1.5	0.5	0.7	0.2	4.20
	Promedio	1.56	1.44	0.64	0.77	0.31	4.72

Evaluación de las 5M's en el Primer corte de cuajada

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1.5%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Primer corte de cuajada (4%)	Operarios	0.46	1.35	0.93	0.42	0.41	3.57
	Técnicos	0.45	1.40	0.95	0.33	0.40	3.53
	Evaluador	0.4	1.25	1	0.3	0.5	3.45
	Promedio	0.44	1.33	0.96	0.35	0.44	3.51

Evaluación de las 5M's en el Segundo corte de la cuajada

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Segundo corte de cuajada (3%)	Operarios	0.44	0.87	0.46	0.40	0.39	2.56
	Técnicos	0.475	0.9	0.425	0.335	0.35	2.49
	Evaluador	0.35	0.8	0.4	0.27	0.4	2.22

Promedio	0.42	0.86	0.43	0.34	0.38	2.42
-----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Evaluación de las 5M's en la Prueba de acidez

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Prueba de acidez (3%)	Operarios	0.44	0.91	0.42	0.42	0.41	2.60
	Técnicos	0.5	0.95	0.5	0.32	0.3	2.57
	Evaluador	0.5	0.8	0.5	0.25	0.25	2.30
	Promedio	0.48	0.89	0.47	0.33	0.32	2.49

Evaluación de las 5M's en el Desuerado

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1%)	Método (1.5%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Desuerado (5%)	Operarios	0.87	1.27	0.82	0.80	0.44	4.20
	Técnicos	0.85	1.10	0.80	0.68	0.43	3.85
	Evaluador	0.9	0.6	0.75	0.6	0.25	3.10
	Promedio	0.87	0.99	0.79	0.69	0.37	3.72

Evaluación de las 5M's en el Lavado e Hilado

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1.5%)	Método (2%)	Maquinaria (2%)	Mano de Obra (1.5%)	Medio Ambiente (1%)	Evaluación por etapa
Lavado e Hilado (8%)	Operarios	1.38	1.78	1.81	1.27	0.90	7.13
	Técnicos	1.20	1.85	1.85	1.10	0.53	6.53
	Evaluador	1	1.8	1.7	0.8	0.45	5.75

	Promedio	1.19	1.81	1.79	1.06	0.63	6.47
Evaluación de las 5M's en el Amasado							
Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1%)	Método (1.5%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Amasado (5%)	Operarios	0.88	1.30	0.84	0.91	0.42	4.34
	Técnicos	0.85	1.18	0.55	0.68	0.33	3.58
	Evaluador	0.7	0.8	0.5	0.75	0.3	3.05
	Promedio	0.81	1.09	0.63	0.78	0.35	3.65
Evaluación de las 5M's en el Moldeado							
Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (1%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Moldeado (4%)	Operarios	0.43	0.90	0.83	0.86	0.40	3.41
	Técnicos	0.47	0.93	0.90	0.75	0.33	3.37
	Evaluador	0.5	0.5	0.6	0.6	0.3	2.5
	Promedio	0.46	0.78	0.78	0.74	0.34	3.09
Evaluación de las 5M's en el Enfriamiento							
Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (0.5%)	Método (0.5%)	Maquinaria (1%)	Mano de Obra (0.5%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Enfriamiento (3%)	Operarios	0.42	0.42	0.88	0.41	0.43	2.55
	Técnicos	0.43	0.39	0.75	0.47	0.33	2.36
	Evaluador	0.3	0.2	0.5	0.4	0.2	1.60
	Promedio	0.38	0.34	0.71	0.42	0.32	2.17

Evaluación de las 5M's en la etapa de Salado

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1.5%)	Método (1.5%)	Maquinaria (0.5%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Salado (5%)	Operarios	1.15	1.30	0.42	0.75	0.44	4.05
	Técnicos	1.15	1.45	0.25	0.95	0.47	4.27
	Evaludador	1.20	1.30	0.23	0.80	0.20	3.73
	Promedio	1.17	1.35	0.30	0.83	0.37	4.01

Evaluación de las 5M's en la etapa de Empacado

Subproceso	Personal Evaluador	Materiales (1.5%)	Método (1.5%)	Maquinaria (1.5%)	Mano de Obra (1%)	Medio Ambiente (0.5%)	Evaluación por etapa
Empacado (6%)	Operarios	1.21	1.39	1.32	0.83	0.41	5.15
	Técnicos	1.30	1.50	1.50	0.98	0.35	5.63
	Evaludador	1.3	1.5	1.5	1	0.35	5.65
	Promedio	1.27	1.46	1.44	0.94	0.37	5.48

Anexo 2. Lista de cotejo del nivel de estandarización en el proceso productivo del queso mozzarella.

LISTA DE COTEJO NORMA ISO 9001:2016					
Planta evaluada: Centro de Transferencia Tecnológica, Saberes, Producción y Servicios (CETTEPS-UNACH)			Fecha: 18/11/2024		
Evaluador: Diego Lomelin Bahamon			Responsable de la planta: Ing. María Fernanda Rojas		
Requisito INEN 9001	Criterio de Evaluación	Parámetros de verificación	SI	NO	Observación
4.4 Sistema de gestión de calidad y sus procesos (12%)	¿El proceso de producción de queso mozzarella está claramente definido y documentado?	Diagrama de flujo del proceso de producción de queso mozzarella (4%)	✓		Anexo 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH.
		Manual de procedimientos para la elaboración de queso mozzarella (3.5%)	✓		Anexo 5. Manual de procedimientos para la elaboración de queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH.
		Fichas técnicas de cada etapa del proceso (2.5%)	✓		La planta piloto de lácteos CETTEPS-UNACH, al ser un espacio académico orientado a la enseñanza y aprendizaje práctico de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, no cuenta fichas técnicas sobre el procedimiento de cada etapa del proceso productivo del queso mozzarella, sin embargo, utilizan guías prácticas en donde se establecen las etapas del proceso junto con los resultados esperados (Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.).



		Registros de revisión y actualización de la documentación del proceso (2%)	✓	La planta opera como un laboratorio didáctico destinado exclusivamente a las prácticas académicas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, diferenciándose así de una planta industrial de producción a gran escala. Y debido a esto, es decir, a su naturaleza educativa, actualmente la instalación carece de un sistema de gestión documental que incluya registros de revisión y actualización de los procedimientos operativos, manteniéndose invariables los protocolos y procedimientos del proceso productivo desde su implementación hasta obtener el producto final.
5.1 Liderazgo y compromiso (10%)	¿La directiva de la planta realiza una vez al año auditorías internas que demuestren su liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de calidad?	Calendario anual de auditorías internas (2.5%)	✓	En cuanto a calendario anual de auditorías internas, la planta no dispone de dicha documentación dado que su operatividad se centra exclusivamente en actividades académico-prácticas. Además, no se ha implementado aún un sistema de gestión que contemple la programación sistemática de evaluaciones internas, por lo tanto, al funcionar como laboratorio didáctico, los procesos de control se han limitado a la supervisión directa de las prácticas estudiantiles, sin establecer un cronograma formal de verificaciones periódicas de los procedimientos y operaciones.



		Informes de auditorías internas realizadas (3%)	✓	La planta no cuenta con informes de auditorías internas realizadas, debido a que no se han ejecutado procedimientos formales de evaluación interna desde su implementación. Esta carencia de documentación se correlaciona directamente con la ausencia de un programa de auditorías, ya que la instalación, al funcionar como unidad académica-experimental, ha centrado sus operaciones en el desarrollo de prácticas estudiantiles sin establecer protocolos de verificación y documentación sistemática de sus procesos internos. Por consiguiente, no existen registros documentales que evidencien la realización de auditorías internas ni sus correspondientes informes de hallazgos y recomendaciones.
		Actas de reuniones de auditorías realizadas (2%)	✓	En lo referente a las actas de reuniones de auditorías, se evidencia una ausencia total de estos documentos debido a que no se han ejecutado procesos de auditoría en la planta CETTEPS-UNACH desde su puesta en funcionamiento.
		Actas de reuniones de revisión de resultados de auditorías (1.5%)	✓	En relación al requerimiento de actas de reuniones de revisión de resultados de auditorías, la planta no dispone de esta documentación, ya que no se han efectuado reuniones de análisis y revisión de resultados al no existir auditorías previas.



		Plan de acción derivado de las auditorías firmado por la directiva (1%)	✓	La planta no cuenta con un plan de acción derivado de auditorías, debido a que no se han ejecutado procesos de auditoría que generen hallazgos o no conformidades que demanden acciones correctivas o preventivas. La ausencia de este documento se deriva directamente de la inexistencia de auditorías previas y al actual modelo operativo de la planta, enfocado principalmente en actividades académico-prácticas.
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades (8%)	¿Se han identificado y abordado los riesgos y oportunidades en el proceso de producción de queso mozzarella?	Matriz de identificación y evaluación de riesgos y oportunidades (3%)	✓	Se evidencia que la planta no cumple con la identificación y evaluación de riesgos y oportunidades, ya que su operación se centra en objetivos educativos más que en una gestión sistemática de riesgos industriales, por lo tanto, al ser un espacio destinado a las prácticas de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, dicha documentación no es de suma importancia debido a que no se compromete la seguridad ni la calidad de las prácticas, ya que se implementan medidas de control y prevención propias del entorno académico, supervisadas directamente por el docente.



		Plan de mitigación de riesgos identificados (2%)	✓	Debido a la ausencia de la matriz de identificación y evaluación de riesgos y oportunidades a nivel de procesos, específicamente en el proceso de producción de queso mozzarella, la planta CETTEPS-UNACH tampoco cuenta con un plan de mitigación de riesgos identificados. Por lo tanto, la instalación carece de las bases necesarias para el desarrollo de estrategias y acciones concretas orientadas a la gestión y reducción de riesgos.
		Registro de acciones implementadas para abordar riesgos y aprovechar oportunidades (2%)	✓	Debido a la carencia de una matriz de identificación y evaluación de riesgos y oportunidades a nivel de procesos, específicamente en el proceso de producción de queso mozzarella, la planta CETTEPS-UNACH tampoco cuenta con un registro de las acciones implementadas para abordar los riesgos y aprovechar las oportunidades.
		Evidencia de revisión periódica de la efectividad de las acciones tomadas (1%)	✓	Derivado de la ausencia de una matriz de identificación y evaluación de riesgos y oportunidades a nivel de procesos, así como la carencia de un plan de mitigación de riesgos y un registro de acciones implementadas, la planta CETTEPS-UNACH tampoco cuenta con evidencia de la revisión periódica de la efectividad de las medidas adoptadas.
7.1.5 Recursos de seguimiento y medición (10%)	¿Se utilizan equipos de medición calibrados y controlados en el proceso de producción del queso mozzarella?	Inventario de equipos de medición utilizados en el proceso (2%)	✓	Anexo 7. Inventario de equipos de medición utilizados en el proceso de producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.



		Certificados de calibración vigentes para cada equipo (3%)	✓	FA LS O	A pesar de que la planta no cuenta con certificados de calibración vigentes para cada equipo, mantiene un programa de mantenimiento y calibración que garantiza el adecuado funcionamiento de los equipos utilizados en las prácticas de los estudiantes (Anexo 8 . Programa de mantenimiento y calibración de equipos utilizados en el proceso de producción del queso mozzarella.).
		Programa de mantenimiento y calibración de equipos (3%)	✓		Anexo 8 . Programa de mantenimiento y calibración de equipos utilizados en el proceso de producción del queso mozzarella.
		Registros de verificación diaria/semanal de equipos de medición (2%)	✓		La planta no mantiene registros formales de verificación diaria o semanal de equipos de medición, debido a su naturaleza académica y experimental. Sin embargo, esto no compromete la funcionalidad ni la confiabilidad de los equipos ya que si cuenta con el programa de mantenimiento y calibración de los equipos utilizados (Anexo 8 . Programa de mantenimiento y calibración de equipos utilizados en el proceso de producción del queso mozzarella.).



7.2 Competencia (8%)	¿El personal que intervienen en el proceso de producción del queso mozzarella está adecuadamente capacitado y es competente?	Perfiles de puesto con competencias requeridas (2%)	✓	Debido a la naturaleza académica de la planta, orientada al aprendizaje práctico de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, esta instalación no cuenta con un personal operativo fijo y capacitado a nivel industrial. En su lugar, son los propios estudiantes quienes asumen el rol de operarios durante las prácticas de la cátedra de Industrias Lácteas (Anexo 9 . Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial asumiendo el rol de operarios durante las prácticas de elaboración de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.).
		Registros de capacitación del personal (2.5%)	✓	Los estudiantes que asumen el rol de operarios no reciben una formación formal como operarios, pero si son capacitados e inducidos dentro del marco de la propia cátedra de Industrias Lácteas. Dicha capacitación abarca temas esenciales como seguridad personal e industrial, uso de indumentaria correcta y una visión general de los procesos involucrados en las industrias lácteas. (Anexo 10 . Registro de capacitación a la estudiantes de Ingeniería Agroindustrial previo a la elaboración de queso mozzarella.).



		Registros de evaluaciones de desempeño periódicas del personal (2%)	✓	Dado que la planta piloto CETTEPS-UNACH no cuenta con un personal operativo fijo, sino que son los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial quienes asumen las tareas productivas durante las prácticas académicas, la instalación no dispone de registros de evaluaciones de desempeño periódicas del personal.
		Plan anual de capacitación y desarrollo de competencias (1.5%)	✓	Debido a que la planta piloto CETTEPS-UNACH no cuenta con personal operativo fijo, sino que son los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial quienes asumen las tareas productivas durante las prácticas académicas, la instalación no cuenta con un plan anual de capacitación y desarrollo de competencias, sin embargo, si capacitan a los estudiantes previo a las practicas e ingreso a la planta (Anexo 10. Registro de capacitación a la estudiantes de Ingeniería Agroindustrial previo a la elaboración de queso mozzarella.).
7.5 Información documentada (8%)	¿Existen procedimientos documentados para la producción de queso mozzarella?	Manual de procedimientos para la producción de queso mozzarella (2%)	✓	Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.



	Instructivos de trabajo para cada etapa del proceso (2%)	✓	En relación a los instructivos de trabajo para las diferentes etapas del proceso productivo, se evidencia que la planta únicamente cuenta con documentación relacionada a la elaboración general del producto final, en este caso, el queso mozzarella para contrarrestar este incumplimiento (Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH). Por lo tanto, no dispone de instructivos de trabajo detallados que cubran cada una de las etapas o subprocesos involucrados en la producción.
	Registros de monitoreo del cumplimiento de los procedimientos (1.5%)	✓	En relación a los registros de monitoreo del cumplimiento de los procedimientos, la planta piloto CETTEPS-UNACH no cuenta con esta documentación. Esta situación se debe a que, al operar como un espacio de prácticas académicas para estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, el enfoque principal se centra en brindar oportunidades de aprendizaje práctico, en lugar de implementar sistemas de gestión y control industrial.



		Sistema de control de documentos (físico o digital) para la producción de queso mozzarella (1.5%)	✓	En lo que respecta al sistema de control de documentos, ya sea en formato físico o digital, para el proceso de producción de queso mozzarella, la planta no cuenta actualmente con una implementación formal de este tipo de herramienta de gestión. Sin embargo, dispone de guías de prácticas que orientan a los estudiantes durante el desarrollo de las actividades académicas relacionadas a la elaboración de queso mozzarella. Estas guías proporcionan instrucciones y lineamientos generales para la realización de las diferentes etapas del proceso, sirviendo como material de apoyo para el aprendizaje práctico de los alumnos (Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.).
		Registro de distribución de documentos que evidencie que el personal tiene acceso a la documentación actualizada (1%)	✓	Al tratarse de un entorno de aprendizaje enfocado en brindar a los alumnos la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en un ambiente controlado, la instalación no dispone de un registro de distribución de documentos que evidencie el acceso del personal a la documentación actualizada.
8.1 Planificación y control operacional (10%)	¿El proceso de producción de queso mozzarella está planificado y controlado?	Plan de producción diario/semanal (2.5%)	✓	La planta no cuenta con un plan de producción diario o semanal, debido a la naturaleza de sus operaciones, por ello, la producción se lleva a cabo en el marco de las prácticas académicas por periodo académico, lo que se traduce una vez por periodo académico.



Registros de inventario de materias primas e insumos (2%)	✓	En relación a los registros de inventario de materias primas e insumos, la planta piloto CETTEPS-UNACH no dispone de esta documentación. Esto se debe a que, en el contexto de las prácticas académicas llevadas a cabo en la instalación, los propios estudiantes de Ingeniería Agroindustrial son quienes aportan las materias primas requeridas para la elaboración de los productos, como es el caso del queso mozzarella.
Diagrama del proceso con puntos de control identificados (2%)	✓	En cuanto al diagrama del proceso con los puntos de control identificados, la planta piloto CETTEPS-UNACH no cuenta con este documento, debido a que ya disponen de un diagrama general que representa el flujo del proceso de producción (Anexo 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH.)
Registros u hojas de control de parámetros para cada etapa del proceso (temperaturas, tiempos, pH, etc.) (2%)	✓	La planta no cuenta con registros u hojas de control de parámetros para cada etapa del proceso debido a que es un espacio de prácticas académicas para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, por ello, el registro detallado de parámetros críticos no se ha implementado formalmente. Pero durante las prácticas si se observan y monitorean estos parámetros como parte del aprendizaje, a pesar de que no se mantiene un sistema de documentación y control sistemático de los mismos (Anexo 9. Monitoreo de parámetros como temperaturas, tiempos, pH, entre otros en el proceso de elaboración de queso mozzarella.).



		Informes de seguimiento y control de la producción (1.5%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH no genera informes de seguimiento y control de producción debido a que su operatividad está orientada exclusivamente a prácticas académicas de laboratorio, donde los volúmenes de producción son variables y discontinuos, respondiendo a objetivos pedagógicos más que a metas productivas.
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio (10%)	¿Se controlan las condiciones de producción como temperatura, tiempo, pH, etc?	Registros de control de parámetros críticos por lote (2.5%)	✓	Los registros de control de parámetros críticos por lote no se mantienen como documentación permanente de la planta CETTEPS-UNACH, ya que estos datos son recopilados exclusivamente por los estudiantes durante sus prácticas para la elaboración de sus informes académicos. Esta información, al ser utilizada únicamente con fines didácticos, no se incorpora a un sistema formal de control y seguimiento de la planta (Anexo 11. Monitoreo de parámetros como temperaturas, tiempos, pH, entre otros en el proceso de elaboración de queso mozzarella.).
		Instructivos de cómo y cuándo medir cada parámetro (2%)	✓	Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.
		Registros de capacitación en el uso de equipos de medición (2%)	✓	En la se imparten capacitaciones para el uso adecuado de los equipos de medición como parte de la formación práctica de los estudiantes (Anexo 10. Registro de capacitación a la estudiantes de Ingeniería Agroindustrial previo a la elaboración de queso mozzarella.).



		Informes de auditorías que verifiquen el cumplimiento de los controles (1.5%)	✓	La planta CFTTIPS-UNACH carece de informes de auditorías de verificación debido a la inexistencia de un programa de auditorías internas desde el inicio de sus operaciones.
		Fichas de producción por lote que incluyan todos los parámetros controlados (2%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH no implementa fichas de producción por lote, lo cual implica la ausencia de un registro sistemático de los parámetros controlados durante los procesos productivos. Esta carencia se debe a que la naturaleza académica de la planta no requiere un seguimiento productivo por lotes como lo haría una planta industrial convencional.
8.5.2 Identificación y trazabilidad (8%)	¿Se mantiene la trazabilidad del producto a lo largo del proceso productivo?	Sistema de codificación de lotes (2.5%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH no implementa un sistema de codificación de lotes debido a su naturaleza académica-pedagógica, donde los procesos productivos están orientados exclusivamente a la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, y no a una producción industrial secuencial que requiera trazabilidad por lotes
		Registros de códigos de lote asignados a cada producción (2%)	✓	En consecuencia, directa con la ausencia de un sistema de codificación de lotes, la planta CETTEPS-UNACH no mantiene registros de códigos de lote asignados a cada producción, ya que su enfoque está direccionado exclusivamente a actividades de enseñanza-aprendizaje, donde la trazabilidad por lotes no constituye un requerimiento operativo esencial.



		Registros de trazabilidad desde la recepción de materia prima hasta el producto final (2%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH no dispone de registros de trazabilidad que documenten el flujo desde la recepción de materia prima hasta la obtención del producto final. Esta ausencia es consecuente con su función como laboratorio de prácticas académicas, donde los procesos se ejecutan con fines didácticos y no bajo un esquema de producción industrial que requiera un sistema formal de trazabilidad.
		Informes de auditorías internas que verifiquen la efectividad del sistema (1.5%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH carece de informes de auditorías de verificación debido a la inexistencia de un programa de auditorías internas desde el inicio de sus operaciones.
8.6 Liberación de los productos y servicios (6%)	¿Existen criterios de aceptación definidos para el producto final?	Documento formal con especificaciones técnicas del queso mozzarella (2%)	✓	Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.



	<p>Guía de estándares de calidad (1.5%)</p>	<p>✓</p>	<p>La planta no cuenta con una guía de estándares de calidad formalmente establecida, debido a que sus operaciones se enfocan en actividades académicas y de formación práctica, y no en procesos productivos industriales sujetos a controles de calidad estandarizados. Al tratarse de un laboratorio didáctico, la prioridad se centra en el cumplimiento de objetivos pedagógicos más que en la definición de requisitos de calidad propios de entornos productivos a escala comercial, sin embargo, cuenta con una guía de prácticas en donde se establece la Norma INEN 09, que les permiten a los estudiantes orientar la elaboración del queso con estándares de calidad (Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.).</p>
	<p>Registros de Control de Calidad (1.5%)</p>	<p>✓</p>	<p>Debido a su naturaleza académica y de formación práctica, la planta CETTEPS-UNACH no mantiene registros formales de control de calidad. Al tratarse de un espacio dedicado a actividades de enseñanza-aprendizaje, y no a la producción industrial convencional, el énfasis se encuentra en el desarrollo de habilidades técnicas de los estudiantes, más que en la implementación de rigurosos controles de calidad propios de entornos productivos comerciales.</p>



		Informes de Laboratorio con los resultados de análisis microbiológicos, fisico-químicos y organolépticos (1%)	✓	La planta no elabora informes de laboratorio que reporten los resultados de análisis microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos, debido a que su enfoque está orientado a la formación práctica de los estudiantes, y no a la producción industrial que requeriría este tipo de controles y registros formales, pero los análisis realizados por los alumnos durante sus prácticas se documentan únicamente en informes académicos, sin generar reportes permanentes a nivel de la planta (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
		Plan de control de calidad para cada etapa del proceso (2%)	✓	Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación (6%)	¿Se realizan controles de calidad durante y después del proceso de producción del queso mozzarella?	Formularios o registros físicos o digitales que documentan las mediciones y controles realizados durante y después de la producción (1.5%)	✓	Si bien la planta CETTEPS-UNACH no mantiene formularios o registros físicos o digitales permanentes que documenten las mediciones y controles realizados durante y después de las prácticas de producción, esta información sí es recopilada por los estudiantes en el marco de sus actividades académicas. Dichas mediciones y controles son registrados en los informes que los alumnos presentan al docente de la materia correspondiente, aunque no se incorporan a un sistema de documentación formal de la planta como tal (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.)



		Registros de análisis microbiológicos y fisicoquímicos (1.5%)	✓	Al igual que con el punto anterior, los registros de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos realizados durante las prácticas en la planta CETTEPS-UNACH se documentan únicamente en los informes presentados por los estudiantes a los docentes, sin mantenerse un sistema de registros formal a nivel de la planta (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
		Informes de evaluación sensorial del producto final (1%)	✓	La planta no genera informes de evaluación sensorial de los productos obtenidos durante las prácticas de los estudiantes. Esto se debe a que la planta está enfocada en actividades de formación y aprendizaje, y no en la producción industrial convencional, por lo que no se requiere implementar este tipo de controles organolépticos formales sobre los resultados de los procesos realizados con fines académicos.
10.2 No conformidad y acción correctiva (4%)	¿Existe un procedimiento para manejar productos no conformes y aplicar acciones correctivas?	Documento sobre el procedimiento para el manejo de no conformidades (1.5%)	✓	Debido a que la planta CETTEPS-UNACH está enfocada en actividades de enseñanza-aprendizaje y no en producción industrial, no se ha implementado un procedimiento formal para el manejo de no conformidades. Al tratarse de un laboratorio didáctico, los resultados de las prácticas realizadas por los estudiantes no se evalúan bajo los mismos estándares de calidad que en una planta productiva convencional.



	Registros de productos conformes incluyendo detalles sobre el problema (1%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH no mantiene registros de productos no conformes, ya que su función principal es servir como espacio de formación práctica para los estudiantes, y no como una unidad de producción industrial sujeta a controles de calidad estrictos.
	Formulario con acciones correctivas para implementar a los productos no conformes (1%)	✓	Debido a la naturaleza académica de la planta CETTEPS-UNACH, no se ha desarrollado un formulario para documentar acciones correctivas sobre productos no conformes. Al tratarse de un laboratorio de enseñanza, el enfoque principal está en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y no en la implementación de acciones correctivas propias de entornos productivos industriales.
	Informes de verificación de acciones correctivas (0.5%)	✓	La planta CETTEPS-UNACH no genera informes de verificación de acciones correctivas, ya que no implementa un sistema formal de control de no conformidades. Al ser un espacio académico y no una planta de producción, no se requiere documentar procesos de seguimiento y mejora continua relacionados con productos no conformes.





Diego Andres Lomelin Bahamon
TESISTA EVALUADOR



Ing. María Fernanda Rojas
RESPONSABLE DE LA PLANTA CETTEPS-UNACH.



Anexo 3. Lista de cotejo del nivel de calidad del queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.

LISTA DE COTEJO CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL					
Planta evaluada: Centro de Transferencia Tecnológica, Saberes, Producción y Servicios (CETTEPS-UNACH)		Fecha: 18/11/2024			
Evaluador: Diego Lomelin Bahamon		Responsable de la planta: Ing. María Fernanda Rojas			
Parámetro Principal	Descripción	Parámetros de verificación	Si Cumple	No Cumple	Observación
Diseño (10%)	Diseño del empaque (2.5%)	Planos o diseños técnicos del empaque (1.25%)		✓	Dado que la planta no es una instalación industrial, sino más bien un espacio destinado a la realización de prácticas académicas para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, no se cuenta con planos o diseños técnicos de empaques como parte de su documentación, ya que los productos obtenidos no están destinados a la comercialización.
		Muestras físicas del empaque (1.25%)		✓	La planta no mantiene un registro o colección de muestras físicas de empaques, ya que, al no realizar producción con fines comerciales, sino únicamente actividades académicas demostrativas, no se requiere la conservación de muestras físicas de empaques que típicamente serían necesarias en una planta industrial convencional.



Claridad de la información en el empaque (1%)	Guías de especificaciones de diseño de la información (0.50%)		✓	En cuanto a guías de especificaciones para el diseño de la información en el empaque del producto final, la planta no dispone dicha documentación debido a que la planta al no estar orientada a la producción comercial no requiere esta documentación formal que especifique lineamientos de diseño comercial que serían necesarios en una planta industrial convencional.
	Muestras impresas de las etiquetas (0.50%)		✓	En lo referente a muestras impresas de etiquetas del producto, la planta no cumple con este requerimiento, puesto que al no realizar producción comercial que requiera etiquetado formal de productos, sino únicamente procesos demostrativos con fines pedagógicos, no se implementa un sistema de control y archivo de etiquetas.
	Legibilidad del semáforo nutricional (1%)	Diseño del semáforo nutricional (0.50%)		✓



		Certificación de cumplimiento con normas de etiquetado (0.50%)	✓	En cuanto a certificación de cumplimiento con normas de etiquetado, la planta no cuenta con estas certificaciones ya que, al no ser una planta de producción comercial, no requiere la obtención de certificaciones formales que validen el cumplimiento de normativas de etiquetado que serían obligatorias en productos destinados al mercado.
Visibilidad del logo y marca (1.5%)		Manual de identidad corporativa (0.75%)	✓	La planta no cuenta con un manual de identidad corporativa, ya que su naturaleza es estrictamente académica y no comercial, por lo tanto, no requiere el desarrollo de lineamientos de imagen corporativa que serían necesarios en una planta industrial orientada a la producción y comercialización de productos en el mercado.
		Muestras de empaques con logo y marca aplicados (0.75%)	✓	Debido a que la función principal de la planta está limitada a ser un espacio de prácticas académicas para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, no cuenta con muestras de empaques con logo y marca aplicados.
Uso de materiales ecológicos o reciclables (0.50%)		Fichas técnicas de los materiales de empaque (0.25%)	✓	La planta no cuenta con fichas técnicas de materiales de empaque, ya que su operación está enfocada exclusivamente a actividades académicas formativas por lo que no se requiere la documentación técnica especializada sobre materiales de empaque que sería necesaria en un entorno industrial convencional.



		Certificaciones de materiales ecológicos o reciclables (0.25%)	✓	En cuanto a certificaciones de materiales ecológicos o reciclables, la planta no posee este tipo de certificación, ya que, al no funcionar como una planta de producción industrial, no requiere la obtención de certificaciones ambientales relacionadas con materiales de empaque que serían necesarias en una planta industrial convencional.
Facilidad de apertura y cierre (2.5%)		Manual de especificaciones técnicas del mecanismo de apertura y cierre (1.25%)	✓	En relación con el requerimiento del Manual de especificaciones técnicas del mecanismo de apertura y cierre, se justifica su no implementación y presencia del mismo, debido a que la planta, al ser una instalación de carácter académico-experimental, opera con equipamiento básico de laboratorio, los cuales no incluyen maquinaria que elabore empaques con abre fácil.
		Informes de resultados de pruebas de usabilidad del empaque (1.25%)	✓	Con respecto al requerimiento de Informes de resultados de pruebas de usabilidad del empaque, su no cumplimiento se debe a que la planta, al ser una unidad académica experimental, no realiza procesos de producción comercial que requieran validación extensiva de empaques para su distribución en el mercado, por el contrario, los productos generados durante las prácticas de laboratorio son utilizados exclusivamente con fines didácticos.



	Visibilidad de la fecha de caducidad (1%)	Registros de impresión de la fecha de caducidad (0.50%)	✓	La planta no dispone registros de impresión de fechas de caducidad debido a que su producción no está destinada a la comercialización, sino que los productos elaborados se utilizan exclusivamente con fines académicos y son consumidos o analizados durante las prácticas de laboratorio inmediatamente después de su elaboración.
		Muestras de empaques con fecha de caducidad impresa (0.50%)	✓	En la planta CETTEPS-UNACH no se mantienen muestras de empaques con fechas de caducidad impresas, dado que los productos elaborados durante las prácticas de laboratorio son destinados exclusivamente para fines didácticos y de evaluación inmediata, sin requerir almacenamiento prolongado ni distribución comercial que exija este tipo de trazabilidad.
Presentación (15%)	Forma del queso (ovoide o cilíndrica) (2%)	Manual de especificaciones técnicas de la forma del queso (2%)	✓	La planta no cuenta con un manual de especificaciones técnicas para la forma del queso, ya que su enfoque es principalmente didáctico y experimental, por ello, en la elaboración del queso mozzarella durante las prácticas se les permiten a los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial explorar diferentes técnicas de moldeo y formado, sin estar sujetos a especificaciones estandarizadas como las requeridas en una planta industrial.



Peso neto declarado (125g, 200g, 500g, etc.) (2%)	Registros de control de peso en báscula calibrada (2%)		✓	En cuanto al requisito de registros de control de peso en báscula calibrada, la planta no cumple con este parámetro, ya que, al ser una instalación destinada exclusivamente a la formación académica, no implementa un sistema de control metrológico certificado, por lo tanto, los procesos de pesaje se realizan con fines didácticos, sin requerir la rigurosidad y trazabilidad que demanda una producción industrial estandarizada.
Color (blanco a ligeramente amarillento) (2%)	Manual de estándares de color utilizados (1%)		✓	La ausencia de un manual de estándares de color en la planta CETTEPS-UNACH se debe directamente a su naturaleza académica-experimental. Al desarrollar el queso, los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial observan y analizan las variaciones cromáticas naturales del producto sin estar condicionados a parámetros comerciales estandarizados.
	Registros de evaluación de color (1%)		✓	En la planta no se cuenta con registros sistemáticos para la evaluación de color, debido a que las valoraciones cromáticas realizadas durante las prácticas se efectúan de manera cualitativa con fines puramente pedagógicos.
Aspecto (homogénea o sin corteza) (2%)	Instructivo sobre los criterios de evaluación de aspecto (1%)		✓	La planta no dispone de un instructivo formal sobre criterios de evaluación de aspecto del producto debido a su función de enseñanza-aprendizaje, donde los aspectos organolépticos se analizan sin seguir parámetros con la finalidad de que los estudiantes desarrollen criterios de evaluación basados en la experiencia práctica.



		Registros de inspección visual (1%)	✓	En la planta CETTEPS-UNACH no se mantiene registros documentados de inspección visual, puesto que las evaluaciones realizadas durante las prácticas se ejecutan sin seguir una documentación formal, con el objetivo de que los estudiantes desarrollen habilidades de observación y análisis sobre el aspecto visual que debe tener el queso mozzarella.
Consistencia (semidura o semiblanda) (1%)		Guías con especificaciones de la textura del queso (0.50%)	✓	En el contexto operacional de la planta, la ausencia de guías con especificaciones de textura del queso se debe a que el objetivo de la planta es que los propios estudiantes identifiquen y comprendan las diferentes variables que afectan la textura del producto de manera empírica, sin ceñirse a parámetros estandarizados que limitarían la experiencia de aprendizaje y el análisis de las diversas características texturales que puede presentar el queso durante su elaboración.
		Registros de pruebas de consistencia (0.50%)	✓	La planta no presenta una atención significativa en la implementación y mantenimiento de registros de pruebas de consistencia, ya que, al ser una instalación de carácter académico-experimental, el volumen y frecuencia de las operaciones (las prácticas de laboratorio se realizan de manera intermitente, ajustándose al calendario académico) no justifica la implementación de un sistema riguroso de control de consistencia, como el que se requeriría en una planta de producción industrial.



	Homogeneidad (libre de burbujas de aire o grumos) (1%)	Criterios de evaluación de homogeneidad (0.50%)	✓	En lo que respecta a los criterios de evaluación de homogeneidad, la planta evidencia una ausencia de protocolos estandarizados para la evaluación sistemática de la homogeneidad del producto debido a que la producción se realiza de manera discontinua, en pequeños lotes y con fines netamente didácticos, donde las variaciones entre productos forman parte del proceso de aprendizaje, por lo tanto, al no existir una línea de producción continua ni comercialización de productos, la implementación de estos criterios no es pertinente para los objetivos formativos de la instalación.
		Registros de inspección de homogeneidad (0.50%)	✓	La planta piloto evidencia la ausencia de registros de inspección de homogeneidad ya que no cuenta con criterios de evaluación de homogeneidad aplicados y por qué los productos elaborados durante las prácticas son destinados únicamente a fines didácticos, sin requerir un control riguroso de homogeneidad entre lotes.
	Detalle de ingredientes (1.5%)	Lista completa de ingredientes (1.5%)	✓	La falta de una lista completa de ingredientes en la planta se debe al carácter variable y experimental de las prácticas realizadas. Considerando que las prácticas desarrolladas por los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial involucran diferentes materias primas según los objetivos de aprendizaje específicos de cada sesión, es por ello que no se cuenta con una lista estandarizada de ingredientes.



	Certificaciones o sellos de calidad (3.5%)	Copias de certificaciones obtenidas (1.75%)	✓	La planta, no posee certificaciones de calidad debido a que la escala de operación de la planta está específicamente diseñada y dimensionada para fines didácticos, no comerciales, lo cual la exime de los requerimientos normativos aplicables a instalaciones industriales de producción continua.
		Documentación de auditorías de calidad (1.75%)	✓	En lo referente a documentación de auditorías de calidad, la planta carece de este tipo de documentación ya que al no estar certificada bajo estándares de calidad industrial y ser una instalación destinada principalmente a prácticas de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, no está sujeta a los mismos requisitos de control de calidad y certificación que las plantas industriales.
Especificaciones Técnicas (70%)	Contenido de humedad: 52-60% m/m (6%)	Informes de laboratorio sobre el análisis de humedad (6%)	✓	Aunque los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial realizan análisis de humedad como parte de sus prácticas de laboratorio en la planta, estos datos se reportan en informes de prácticas que entregan al docente de la cátedra de industrias lácteas, mientras que en la planta no se generan informes debido a la naturaleza del funcionamiento de la instalación (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.)



<p>Contenido de grasa en extracto seco: mínimo 45% m/m (3%)</p>	<p>Informes de laboratorio sobre el análisis de grasa (3%)</p>	<p>✓</p>	<p>Al igual que el informe de análisis de humedad, los análisis de grasa en la planta tampoco se documentan a nivel de la instalación, la razón de ello radica en que este tipo de análisis forma parte de las actividades académicas de los estudiantes, los cuales entregan dicho reporte de parámetros en informes de prácticas y no del funcionamiento operativo de la planta en sí (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).</p>
<p>Proteína láctea en extracto seco: mínimo 18% m/m (3%)</p>	<p>Informes de laboratorio sobre el análisis de proteína (3%)</p>	<p>✓</p>	<p>Al igual que los análisis de humedad y grasa, los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial también realizan determinaciones de proteína durante sus prácticas en la planta. Sin embargo, estos análisis de proteína no se ven reflejados en informes generados a nivel de la planta, por el contrario, son reportados en los informes de prácticas que ellos elaboran para entregar en la cátedra de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).</p>



pH: 5.0-5.4 (3%)	Informes de laboratorio con resultados de pH (3%)	✓	Así mismo como en los informes relacionados con los anteriores análisis fisicoquímicos, los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial también realizaron mediciones de pH durante sus prácticas en la planta, los cuales se reportan en informes de prácticas para entregar en la cátedra de industrias lácteas. Sin embargo, al igual que en los casos anteriores, estos resultados de pH no se reflejan en informes generados por la propia planta (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
Acidez titulable (% ácido láctico): máximo 0.7% (3%)	Informes de laboratorio con resultados de acidez (3%)	✓	La planta no genera informes de laboratorio específicos sobre los análisis de acidez realizados en su instalación, esto se debe a que las determinaciones de acidez que se realizan en las prácticas de elaboración de queso mozzarella forman parte de las actividades académicas realizadas a cabo por los estudiantes y se entregan en los informes de prácticas para la cátedra de industrias lácteas, y no son un requerimiento operativo de la propia planta (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).



Punto de fusión: 55°C - 65°C (3%)	Registro de las pruebas de laboratorio del punto de fusión (3%)	✓	Al igual que los análisis fisicoquímicos más comunes, como los de humedad, grasa, proteína, pH y acidez, la planta tampoco genera registros formales de las pruebas de laboratorio relacionadas con la determinación del punto de fusión, esto se debe principalmente a la naturaleza académica y práctica de las actividades que se llevan a cabo en la instalación, sin embargo, dichas mediciones y controles son registrados en los informes que los alumnos presentan al docente de la materia correspondiente (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
Fundibilidad: Funde y estira fácilmente (3%)	Informe de control de calidad de Fundibilidad (3%)	✓	La planta no genera un informe de control de calidad de fundibilidad debido a que esta actividad se realiza en el contexto de las prácticas académicas de los estudiantes, y no forma parte de los procesos operativos de la propia instalación, en su lugar esta información, se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).



Capacidad de hilado: Mínimo 3 metros (3%)	Registro de prueba de capacidad de hilado documentada (3%)	✓	La ausencia de un registro formal que documente las pruebas de capacidad de hilado en la planta es producto a su enfoque primordialmente académico y formativo, y no a objetivos de producción industrial, por lo tanto, el registro y evaluación documentada de parámetros de hilado no representa una prioridad operativa para en la planta piloto, sin embargo, existe registros fotográficos de que si se realiza la prueba de hilado por parte del docente de industrias lácteas (Anexo 13. Prueba de capacidad de hilado.).
Sabor láctico, ligeramente ácido (1.5%)	Informe sensorial (1.5%)	✓	La planta no cuenta con informes sensoriales sobre los resultados del queso mozzarella, debido a su naturaleza académica y formativa, y no a objetivos de producción comercial, por lo tanto, los análisis sensoriales no constituyen un componente prioritario de sus operaciones. En su lugar esta información, se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).



Ausencia de sabores y olores extraños (1.5%)	Informe sensorial (1.5%)	✓	La planta no cuenta con informes sensoriales sobre los resultados del queso mozzarella, debido a su naturaleza académica y formativa, y no a objetivos de producción comercial, por lo tanto, los análisis sensoriales no constituyen un componente prioritario de sus operaciones. En su lugar esta información, se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
Enterobacteriaceas: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	✓	La planta no dispone de informes de análisis microbiológicos, específicamente en lo concerniente al recuento de Enterobacteriaceae en queso mozzarella. Esto se debe a que la planta no está orientada a la producción comercial de este tipo de productos lácteos, sino a brindar un espacio de aprendizaje y prácticas para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial. Sin embargo, dentro del marco de las actividades académicas de los alumnos, se realiza este tipo de análisis, los cuales se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).



<p>Escherichia coli: < 10 UFC/g (3%)</p>	<p>Informes de análisis microbiológicos (3%)</p>	<p>✓</p>	<p>En el contexto de la planta, los análisis microbiológicos, incluyendo el recuento de Escherichia coli, se realizan como parte de las actividades prácticas de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial. Sin embargo, estos análisis no se documentan en informes técnicos generados por la propia planta, ya que su enfoque principal es facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias en los estudiantes, por lo tanto, no es importante archivar y generar este tipo de informes. En su lugar, presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).</p>
---	--	----------	---



Staphylococcus aureus: < 10 UFC/g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	✓	La planta no cuenta con un sistema formal de generación y resguardo de informes de análisis microbiológicos, específicamente en lo que respecta al control de Staphylococcus aureus en el queso mozzarella, debido a que la planta opera únicamente con fines académicos y de investigación, sin producir alimentos para consumo comercial. Por lo tanto, los procedimientos de análisis microbiológico y generación de informes no han sido implementados, ya que no son requeridos dentro del contexto exclusivamente educativo de las operaciones. En su lugar, dicha información se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
Listeria monocytogenes: Ausencia/25g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	✓	La planta no genera informes de análisis microbiológicos, ya que los productos elaborados durante las prácticas tienen un fin exclusivamente académico y no están destinados al consumo humano. Por lo tanto, dicha información se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).



Salmonella: Ausencia/25g (3%)	Informes de análisis microbiológicos (3%)	✓	Dado que los productos elaborados en la planta no están destinados al consumo humano, sino que se utilizan únicamente con fines de aprendizaje y experimentación, no se genera documentación formal de análisis microbiológicos en la planta. Sin embargo, dicha información se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácteas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
Aditivos estabilizantes: Máximo 0,5% m/m (5%)	Fichas técnicas de aditivos utilizados (2.5%)	✓	En el caso de la planta, la ausencia de fichas técnicas de aditivos utilizados se debe al enfoque académico y formativo de esta instalación, en contraste con los requerimientos de una planta industrial, es por ello que, cuando los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial realizan prácticas en la planta, ellos mismos se encargan de traer y utilizar los aditivos requeridos para cada práctica en particular.
	Registros de formulación del producto (2.5%)	✓	Si bien la planta no dispone de registros formales de formulación de productos, debido a su enfoque académico y de aprendizaje práctico, la instalación cuenta con una guía práctica para la producción de queso Mozzarella como una alternativa que cumple con los objetivos de documentación del proceso. (Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.)



Ausencia de Conservantes (5%)	Informe de análisis de aditivos conservantes (5%)	✓	La planta no genera un informe de análisis de aditivos conservantes debido a que, al no operar como una planta de producción industrial, el uso de aditivos, incluyendo conservantes, se enmarca dentro de las actividades de prácticas realizadas por los estudiantes, pero sin el objetivo de producir documentación técnica exhaustiva.
Coliformes: máx. 1000 UFC/g (5%)	Informes de análisis microbiológicos específicos para coliformes (5%)	✓	Dado que los productos elaborados en la planta no están destinados al consumo humano, sino que se utilizan únicamente con fines de aprendizaje y experimentación para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, no se genera informes de análisis microbiológicos específicos para coliformes en la planta. Sin embargo, los propios estudiantes realizan estas pruebas y dicha información se presenta en los informes de prácticas que realizan los estudiantes para entregar en la materia de industrias lácticas (Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.).
Contaminante-Plomo: Máximo 0.2 mg/kg (5%)	Informes de análisis de contaminantes (5%)	✓	La planta no genera informes de análisis de contaminantes, incluyendo aquellos relacionados con los niveles de plomo, debido a que su enfoque principal es proporcionar un espacio de aprendizaje y desarrollo de competencias para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, por lo tanto, no se recopilan ni se documentan informes de este tipo a nivel de la planta.



	Contaminante-Aflatoxina M1: Máximo 0.5 µg/kg (5%)	Informes de análisis de contaminantes (5%)		✓	La planta no cuenta con informes de análisis de contaminantes como la aflatoxina M1, debido a que los productos elaborados en la instalación no están destinados al consumo humano, sino que se utilizan únicamente con fines de aprendizaje y experimentación por parte de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial.
Servicio (5%)	Disponibilidad del producto (1.5%)	Informe de distribución (0.75%)		✓	La planta no genera informes de distribución de los productos elaborados durante las prácticas ya que los quesos fabricados no se destinan a la comercialización ni a una cadena de suministro, sino que se utilizan únicamente dentro del entorno de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial.
		Registros de inventario (0.75%)		✓	Debido a que la producción en la planta se realiza de manera discontinua y a pequeña escala, respondiendo únicamente a las necesidades de las prácticas programadas en el plan de estudios, no se mantienen registros de inventario de los productos elaborados durante las practicas académicas.
	Variedad de presentaciones (tamaños) (1.5%)	Catálogo de productos (0.75%)		✓	La planta no cuenta con un catálogo de productos debido a que, al no ser una unidad de producción orientada a la comercialización de lácteos, la creación y el mantenimiento de un catálogo de productos carecen de relevancia en este contexto.



		Registros de ventas por presentación (0.75%)		✓	Dado que la planta no realiza actividades de venta de productos ya que durante las prácticas los quesos se utilizan exclusivamente dentro del entorno académico, sin implicar ningún tipo de transacción comercial, por lo tanto, no se generan registros de ventas por presentación.
Puntualidad en la entrega a distribuidores o puntos de venta (1%)		Registros de despacho y entrega (0.5%)		✓	Al no existir una línea de producción orientada a la comercialización, la planta no requiere mantener registros de despacho y entrega de productos.
		Informes de cumplimiento de tiempos de entrega (0.5%)		✓	Dado que no se realiza ninguna actividad de despacho o entrega de productos, la planta no genera informes de cumplimiento de tiempos de entrega. Esto se fundamenta porque la planta no cuenta con demanda comercial que requiera el envío oportuno de productos, por lo tanto, este tipo de informes carece de relevancia en el contexto operativo de la instalación.
Manejo de quejas y reclamos (1%)		Registro de quejas y tiempo de respuesta (0.5%)		✓	La planta no cuenta con un registro de quejas y tiempos de respuesta, ya que no mantiene interacción con clientes o consumidores finales porque los productos elaborados no se comercializan.
		Informe de atención al cliente (0.5%)		✓	Debido a que la planta es un espacio exclusivamente académico, sin actividades de comercialización, no existe una interacción con consumidores que requiera el desarrollo de un informe de atención al cliente





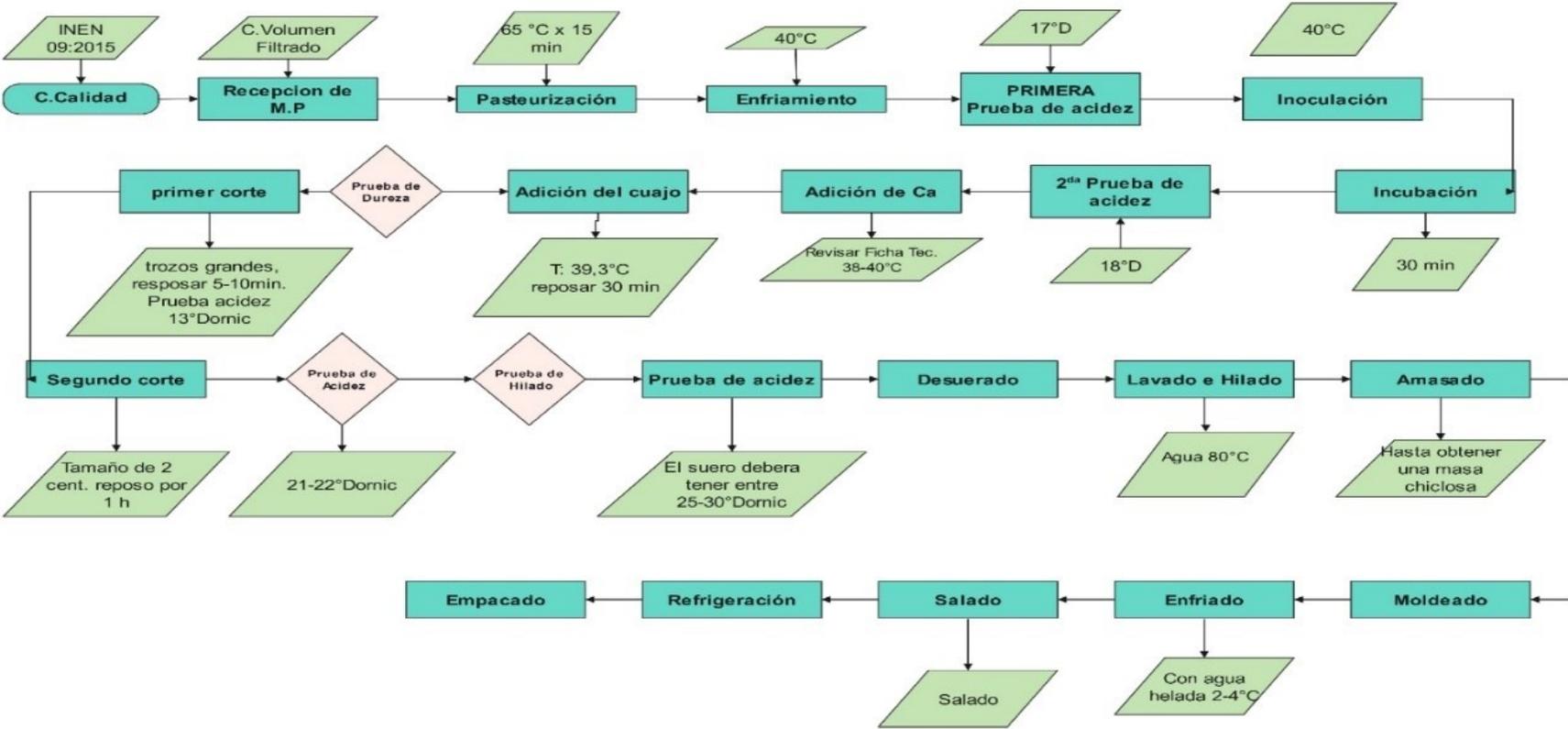
Diego Andres Lomelin Bahamon
TESISTA EVALUADOR



Ing. Maria Fernanda Rojas
RESPONSABLE DE LA PLANTA CETTEPS-UNACH.



Anexo 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH.



Anexo 5. Manual de procedimientos para la elaboración de queso mozzarella de la planta CETTEPS-UNACH.

PROCEDIMIENTO

1. Análisis físico químico de la leche
2. Pasteurización (69°C, 30 min)
3. Enfriamiento (38°C por 30 min)
4. Adición: 2g CaCl₂/ 10 ml de leche; 0,12g de fermento/ 10 ml de leche
5. Coagulación (30°C)
6. Adición 0,5 ml de cuajo/10 l de leche
7. Primer corte de la cuajada (aproximadamente de 1 cm 38°C, medición de pH)
8. Reposo (38°C hasta pH 5,3)
9. Primer desuerado (eliminación parcial del suero)
10. Segundo corte de la cuajada
11. Adición de sal 2g/litro de leche
12. Segundo desuerado
13. Hilado (85°C en salmuera al 1% por 15 min)
14. Moldeado y prensado
15. Salazonado (4°C en salmuera al 1%)
16. Envasado (vacío y en funda de polietileno)
17. Almacenamiento

Obtenido de: Guía de prácticas de la carrera de Agroindustrias de la Universidad Nacional de Chimborazo (Período académico 2024-2S).

Anexo 6. Guía práctica para la producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</p>				
GUÍA DE PRÁCTICAS				VERSIÓN: 1
PERIODO ACADÉMICO: 2024-2S				Página 1 de 5
CARRERA Agroindustria		DOCENTE: Ing. Sonia Rodas Espinoza PhD.		SEMESTRE: Quinto Semestre
NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Industrias Lácteas		CÓDIGO DE LA ASIGNATURA: AGP330955		PARALELO: A
LABORATORIO A UTILIZAR: CONTROL DE CALIDAD – CENTRO DE CAPACITACIÓN, TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, PRODUCCIÓN Y SERVICIOS.				
Práctica No.: 4	Tema: Elaboración de queso mozzarella	Duración: (Horas) 4	No. Grupos 1	No. Estudiantes (por Grupo) 8
<p>OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer la elaboración de queso mozzarella mediante la práctica. ▪ Identificar las etapas que intervienen en el proceso de elaboración del queso mozzarella. ▪ Identificar los insumos que se le agregan a este tipo de queso a diferencia de los anteriormente realizados. 				
<p>EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leche ▪ Cuajo ▪ Sal ▪ Ácido cítrico o cultivo láctico ▪ Agua ▪ Telas ▪ Hiladora ▪ Pasteurizadora (lira, batidor) ▪ Tina (salmuera) ▪ Empacadora al vacío ▪ Cámara de refrigeración ▪ Fermento láctico 				

PROCEDIMIENTO

1. Análisis físico químico de la leche
2. Pasteurización (69°C, 30 min)
3. Enfriamiento (38°C por 30 min)
4. Adición: 2g CaCl₂/ 10 ml de leche; 0,12g de fermento/ 10 ml de leche
5. Coagulación (30°C)
6. Adición 0,5 ml de cuajo/10 l de leche
7. Primer corte de la cuajada (aproximadamente de 1 cm 38°C, medición de pH)
8. Reposo (38°C hasta pH 5,3)
9. Primer desuerado (eliminación parcial del suero)
10. Segundo corte de la cuajada
11. Adición de sal 2g/litro de leche
12. Segundo desuerado
13. Hilado (85°C en salmuera al 1% por 15 min)
14. Moldeado y prensado
15. Salazonado (4°C en salmuera al 1%)
16. Envasado (vacío y en funda de polietileno)
17. Almacenamiento

CUESTONARIO

1. ¿Qué es queso mozzarella?

El queso Mozzarella es un queso blando y elástico con una estructura fibrosa de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo, que no presenta gránulos de cuajada. El queso no tiene corteza y se le puede dar diversas formas.

2. ¿Para la fabricación del queso Mozzarella la leche con que requisitos debe cumplir?

Debe cumplir con los requisitos establecidos en el Norma INEN 10

3. ¿Qué requisitos físicos químicos debe cumplir el queso mozzarella?

TABLA 1. Requisitos físicoquímicos

REQUISITO	Min.	Max.	METODO DE ENSAYO
Grasa láctea en extracto seco, % (m/m)			NTE INEN 04
Queso con alto contenido de humedad	20,0	-	
Queso con bajo contenido de humedad	18,0	-	
Prueba de fosfolipasa	Negativa		NTE INEN 06
Extracto seco lácteo, (m/m) %	Según el contenido de grasa en el extracto seco, de acuerdo a la siguiente tabla.		NTE INEN 03
	Contenido de grasa láctea en el extracto seco (m/m)	Contenido de extracto seco mínimo correspondiente (m/m)	
		bajo cont.	alto cont.
	>=30,0% + <=30,0%	34,0%	-
	>=20,0% + <=30,0%	-	24,0%
	>=30,0% + <=40,0%	30,0%	26,0%
	>=40,0% + <=45,0%	42,0%	28,0%
	>=45,0% + <=50,0%	45,0%	31,0%
	>=50,0% + <=55,0%	47,0%	34,0%
	>=55,0% + <=60,0%	50,0%	36,0%

4. ¿Cuál es la NORMA INEN del queso Mozzarella?

La norma del Queso Mozzarella es la NTE INEN 82:2011 primera revisión.

RESULTADOS

- El estudiante pudo aprender a elaborar el queso mozzarella a través de la práctica realizada juntamente con el docente, además se realizó una investigación teórica previa a la práctica, revisión de la normativa correspondiente al queso mozzarella donde nos indican los parámetros que deben cumplir el producto.

ANEXOS

RECEPCION DE MP



FILTRADO



ADICION DE CUAJO



CORTE DE CUAJADA



BATIDO LEVE



PRIMER DESUARADO



SEGUNDO BATIDO



SEGUNDO DESUERADO



MOLDEADO E HILADO



SALADO



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

NTE INEN . (03 de Abril de 2012). Obtenido de

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/10-5.pdf>

NTE INEN . (20 de Enero de 2012). Instituto Ecuatoriano de Normalización . Obtenido de

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>

Queso Mozzarella. (2019, junio 4). Que Queso. <https://www.quequesos.es/quesos/mozzarella/>

Erika. (25 de Abril de 2022). Staphylococcus aureus. Estados Unidos. Obtenido de

<https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/staphylococcus-aureus/>

Flores. (15 de Julio de 2018). Caracterización fenotípica y genotípica de Estirpes de Salmonella Choleraesuis. México. Obtenido de

https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/flores_al/antec.pdf

INECOL. (13 de Enero de 2015). Enterobacterias. Obtenido de

<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/479-bacterias-laotra-historia>

FECHA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN: 15 de octubre del 2024



Firma director de Carrera

Firma Docente

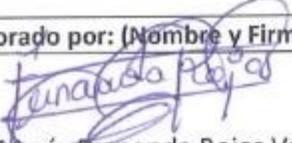
Anexo 7. Inventario de equipos de medición utilizados en el proceso de producción de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA				 LABORATORIO DE
		INVENTARIO DE MÁQUINAS/EQUIPOS				
NO.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	USO	MARCA/MODELO	UBICACIÓN	CUSTODIO
1	28936245	Caldero	Prácticas de laboratorio	BAGIO	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
2	28936252	Hiladora	Prácticas de laboratorio	INDUSTRIASPEÑA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
3	28936246	Cámara de maduración	Prácticas de laboratorio	INDUSTRIASPEÑA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
4	28936255	Maquina Selladora	Prácticas de laboratorio	VACMASTER	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
5	28936241	Bomba pulverizada	Prácticas de laboratorio	INOXPA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
6	28936240	Bomba sanitaria	Prácticas de laboratorio	INDUSTRIASPEÑA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
7	28936247	Banco de hielo	Prácticas de laboratorio	MODINE	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
8	28936253	Prensa simple neumática	Prácticas de laboratorio	INDUSTRIASPEÑA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
9	2880063	Termobalanza	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
10	8762500	Balanza semi-analitica	Prácticas de laboratorio	RADWAG	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
11	228191	Balanza analítica	Prácticas de laboratorio	METTLER TOLEDO	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
12	2880062	Balanza analítica	Prácticas de laboratorio	SHIMADZU	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
13	2880097	Espectrofotómetro	Prácticas de laboratorio	SHIMADZU	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
14	2881593	Balanza de precisión PS4500X	Prácticas de laboratorio	RADWAG	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
15	2880058	Amasadora	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
16	2880059	Amasadora extrusora	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
17	2880060	Autoclave	Prácticas de laboratorio	TUTTNAVER	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo

18	2880061	Balanza	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
19	2880065	Baño María	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
20	2880066	Batidora	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
21	2880067	Bomba de vacío	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
22	2880069	Cabina de extracción de gases y humos tóxicos	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
23	2880070	Cámara de flujo laminar vertical	Prácticas de laboratorio	BIO BASE	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
24	2880071	Cámara para cromatografía	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
25	2880072	Cámara para cromatografía	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
26	2880074	Cocina	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
27	2880075	Cocina industrial	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
28	2880077	Contador de colonias	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
29	2880078	Cutter 30 kg	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
30	2880079	Descremadora automática	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
31	2880081	Despulpadora	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
32	2880082	Despulpadora	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
33	2880083	Destilador	Prácticas de laboratorio	UDK 127	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
34	2880084	Destilador simple	Prácticas de laboratorio	PIREX	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
35	2880086	Embutidora eléctrica	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
36	2880087	Empacadora al vacío	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
37	2880088	Envasador de yogurt con llave	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
38	2880098	Estufa esterilizadora	Prácticas de laboratorio	SNB-100	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo

39	2880099	Fermentador de vino	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
40	2880100	Filtro de acero inoxidable	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
41	2880102	Horno ahumador	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
42	2880103	Horno giratorio	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
43	2880104	Incubadora	Prácticas de laboratorio	INB-200	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
44	2880105	Inyectora neumática	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
45	2880106	Juego de refractómetro	Prácticas de laboratorio	VEE GEE	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
46	2880107	Licuadora industrial	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
47	2880109	Marmita	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
48	2880110	Medidor de cloruro de sodio	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
49	2880111	Mezcladora de pasta gruesa	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
50	2880112	Microscopio binocular digital	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
51	2880113	Microscopio biocular	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
52	2880119	Mufia	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
53	2880121	pH metro digital de mesa	Prácticas de laboratorio	HACH	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
54	2880122	Prensa	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
55	2880123	Quemador industrial	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
56	2880124	Quemador industrial	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
57	2880126	Refractómetro	Prácticas de laboratorio	VISTA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
58	2880127	Refractómetro de mano	Prácticas de laboratorio	THOMAS	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
59	2880130	Rotavapor	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo

60	2880131	Salinometro	Prácticas de laboratorio	KRUSS	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
61	2880132	Selladura	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
62	2880133	Sistema de purificación de agua	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
63	2880135	Unidad de extracción y neutralización de vapores	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
64	2880136	Unidad de purificación de agua	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
65	2880137	Viscosímetro portátil	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
66	2880138	Yogurtera	Prácticas de laboratorio	ALFA	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
67	7615548	Balanza electrónica	Prácticas de laboratorio	OHAUS	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
68	343349	Calibrador digital	Prácticas de laboratorio	MITUTOYO	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
69	5131636	Termómetro	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
70	5123216	Balanza instrumento	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
71	5128033	Balanza equipo	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo
72	5125998	Molino equipo	Prácticas de laboratorio	S/M	Laboratorios de Agroindustria	María Fernanda Rojas Vallejo

Elaborado por: (Nombre y Firma)	Fecha de elaboración:
 Ing. María Fernanda Rojas Vallejo	Enero 2024

Anexo 8. Programa de mantenimiento y calibración de equipos utilizados en el proceso de producción del queso mozzarella.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA					CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE MÁQUINAS/EQUIPOS											
		No. FICHA	CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	TIPO DE MANTENIMIENTO		DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	COSTO REFERENCIAL	FECHA EJECUCIÓN: AÑO 2024									
PREVENTIVO	CORRECTIVO				E	F			M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	28936245	Caldero	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	28936252	Hiladora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X	
3	28936246	Cámara de maduración	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X	
4	28936255	Maquina Selladora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X	
5	28936241	Bomba pulverizada	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X	
6	28936240	Bomba sanitaria	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X	
7	28936247	Banco de hielo	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X	
8	28936253	Prensa simple neumática	X		Mantenimiento (limpieza y control del		X		X		X		X		X		X	

					funcionamiento del equipo)														
9	2880063	Termobalanza	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	8762500	Balanza semianalitica	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	228191	Balanza analitica	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	2880062	Balanza analitica	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	2880097	Espectrofotómetro	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	2881593	Balanza de precisión PS4500X	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	2880058	Amasadora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	2880059	Amasadora extrusora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	2880060	Autoclave	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	2880061	Balanza	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	2880065	Baño María	X		Mantenimiento (limpieza y control del	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

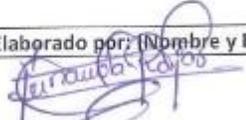
					funcionamiento del equipo)														
20	2880066	batidora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
21	2880067	Bomba de vacío	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
22	2880069	Cabina de extracción de gases y humos tóxicos	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
23	2880070	Cámara de flujo laminar vertical	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
24	2880071	Cámara para cromatografía	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
25	2880072	Cámara para cromatografía	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
26	2880074	Cocina	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
27	2880075	Cocina industrial	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
28	2880077	Contador de colonias	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
29	2880078	Cutter 30 kg	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X		X		X		X		X		X		X
30	2880079	Descremadora automática	X		Mantenimiento (limpieza y control del		X		X		X		X		X		X		X

					funcionamiento del equipo)														
31	2880081	Despulpadora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
32	2880082	Despulpadora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
33	2880083	Destilador	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
34	2880084	Destilador simple	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
35	2880086	Embutidora eléctrica	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
36	2880087	Empacadora al vacío	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
37	2880088	Envasador de yogurt con llave	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
38	2880098	Estufa esterilizadora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
39	2880099	Fermentador de vino	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
40	2880100	Filtro de acero inoxidable	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
41	2880102	Horno ahumador	X		Mantenimiento (limpieza y control del		X	X	X	X	X	X							

					funcionamiento del equipo)														
42	2880103	Horno giratorio	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
43	2880104	Incubadora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
44	2880105	inyectora neumática	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
45	2880106	Juego de refractómetro	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
46	2880107	Licadora industrial	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
47	2880109	Marmita	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
48	2880110	Medidor de cloruro de sodio	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
49	2880111	Mezcladora de pasta gruesa	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
50	2880112	Microscopio binocular digital	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
51	2880113	Microscopio biocular	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X							
52	2880119	Mulla	X		Mantenimiento (limpieza y control del		X	X	X	X	X	X							

					funcionamiento del equipo)														
53	2880121	pH metro digital de mesa	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
54	2880122	Prensa	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
55	2880123	Quemador industrial	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
56	2880124	Quemador industrial	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
57	2880126	Refractómetro	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
58	2880127	Refractómetro de mano	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
59	2880130	Rotavapor	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60	2880131	Salinometro	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
61	2880132	Selladora	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
62	2880133	Sistema de purificación de agua	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
63	2880135	Unidad de extracción y neutralización de vapores	X		Mantenimiento (limpieza y control del		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

					funcionamiento del equipo)														
64	2880136	Unidad de purificación de agua	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
65	2880137	Viscosímetro portátil	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
66	2880138	Yogurtera	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
67	7615548	Balanza electrónica	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
68	343349	Calibrador digital	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
69	5131636	Termómetro	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
70	5123216	Balanza instrumento	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
71	5128033	Balanza equipo	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								
72	5125698	Molino equipo	X		Mantenimiento (limpieza y control del funcionamiento del equipo)	X	X	X	X	X	X								

Elaborado por: (Nombre y Firma)  Ing. María Fernanda Rojas		Fecha de elaboración Enero 2024
---	---	------------------------------------

Anexo 9. Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial asumiendo el rol de operarios durante las prácticas de elaboración de queso mozzarella en la planta CETTEPS-UNACH.



Anexo 10. Registro de capacitación a las estudiantes de Ingeniería Agroindustrial previo a la elaboración de queso mozzarella.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA		
CARTA DE COMPROMISO E INDUCCIÓN EN EL USO DE LABORATORIOS		
PERIODO ACADÉMICO: 2024 - 15.		
CARRERA: AgroIndustria	SEMESTRE: 5 ^o	PARALELO: A
NOMBRE DEL LABORATORIO: CETTEPS	FECHA: 24-04-2024	
DISPOSICIONES GENERALES		
<p>PRIMERA. - El conocimiento y firma de conformidad de la presente Carta de Compromiso, faculta a los estudiantes y/o usuarios el ingreso a las instalaciones de los laboratorios. El personal Responsable del Laboratorio deberá garantizar el orden y limpieza del área a su cargo.</p> <p>SEGUNDA. - No se admitirá el ingreso a los laboratorios al personal no autorizado. El docente o el coordinador de laboratorio, podrán autorizar el ingreso a personas ajenas al grupo de práctica, siempre que ellos contribuyan en el desarrollo de la misma.</p> <p>TERCERA. - Toda práctica o ensayo de laboratorio deberá ejecutarse de acuerdo a la Guía de Práctica de Laboratorio, cumpliendo las normativas y formatos determinados por la Facultad.</p> <p>CUARTA. - Está prohibido realizar acciones que pongan en riesgo la integridad física del personal, por lo cual es obligación de todos los usuarios del laboratorio conocer los riesgos potenciales y el correcto uso de reactivos, soluciones, materiales y equipos.</p> <p>QUINTA. - Para la ejecución de las Prácticas o Ensayos de laboratorio es obligatorio el uso de Equipo de Protección Personal, cumpliendo las normativas de bioseguridad (mandil, gafas de seguridad, mascarillas, guantes, entre otros) dependiendo del tipo de práctica o ensayo a realizar.</p> <p>SEXTA. - Está prohibido comer, beber o fumar en las áreas donde se ejecutan prácticas o ensayos de laboratorio, debiendo conservar buena conducta y disciplina en todas sus actividades, así también como el orden y aseo.</p> <p>SEPTIMA. - El personal que incumpla con las disposiciones establecidas en el presente documento, será sancionado según la normativa de la Universidad Nacional de Chimborazo.</p> <p>OCTAVA. - La entrega y devolución de materiales y equipo de laboratorio se harán en los horarios y tiempos estipulados para cada caso, haciendo uso de los formatos de registro establecidos en cada laboratorio. El usuario deberá velar por el buen estado y conservación de los materiales, equipos y de todo el laboratorio en general.</p>		
DE LOS USUARIOS (ESTUDIANTES O PERSONAS AUTORIZADAS)		
<p>NOVENA. - Todos los útiles y accesorios personales (mochilas, libros, prendas de vestir) deberán guardarse en lugares apropiados. La responsabilidad por las consecuencias de no cumplir esta norma dentro del laboratorio es enteramente del usuario.</p> <p>DÉCIMA. - Los usuarios podrán realizar prácticas o ensayos extra-clase y solicitar el uso de los equipos, materiales e insumos al personal Responsable del Laboratorio. Para usuarios ajenos a la institución, la solicitud se deberá realizar al Decano de la Facultad.</p> <p>DÉCIMO PRIMERA. - Una vez finalizada la práctica, todo material de desecho generado deberá ser depositado en los recipientes correspondientes, según la capacitación impartida por el docente o responsable del laboratorio.</p> <p>DÉCIMO SEGUNDA. Una vez finalizada la práctica, los usuarios deberán dejar limpio y en orden el área de trabajo utilizada.</p> <p>DÉCIMO TERCERA. - En caso de algún incidente o accidente (dallo o afecion personal, de material o equipo), el usuario deberá comunicar inmediatamente al docente o al personal Responsable del Laboratorio.</p>		
DE LOS DOCENTES (O INVESTIGADORES)		
<p>DÉCIMO CUARTA. - Es obligación del Docente (o Investigador) mantener la disciplina dentro del laboratorio y permanecer dentro del laboratorio mientras dure la práctica o ensayo a su cargo.</p> <p>DÉCIMO QUINTA. - Cada docente usuario del laboratorio, deberá presentar durante la primera semana de inicio de clases del período académico, la Planificación de uso del mismo durante el semestre, la cual deberá contener una solicitud dirigida al Decano, calendario de prácticas, guías de prácticas y el listado de los estudiantes. De existir disponibilidad, el docente podrá solicitar el laboratorio adjuntando los mismos documentos indicados en la planificación, con al menos 48 horas de anticipación.</p> <p>DÉCIMO SEXTA. - Es obligación tanto del docente como del Responsable del Laboratorio, el instruir sobre las normas de seguridad establecidas en el laboratorio, así como de los riesgos potenciales en el manejo de equipos y materiales. Las novedades o incidentes deberán ser informadas al Decano de la Facultad.</p> <p>DÉCIMO SEPTIMA. - Es obligación tanto del docente como del Responsable del laboratorio, el informar a los estudiantes sobre la presente carta de compromiso, receptor sus firmas de aceptación y entregar al responsable del laboratorio en la primera práctica de laboratorio.</p>		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA

FIRMAS DE ACEPTACIÓN A LA CARTA DE COMPROMISO E INDUCCIÓN EN EL USO DE LABORATORIOS

Los abajo firmantes declaran haber leído y aceptado cada una de las cláusulas establecidas en la CARTA DE COMPROMISO E INDUCCIÓN EN EL USO DE LABORATORIOS.

NOMBRE DEL USUARIO: DOCENTE O INVESTIGADOR		ASIGNATURA	FIRMA
No.	NÓMINA DE ESTUDIANTES	CÉDULA	FIRMA
1	Pazmino Orozco Bethly Maribel	060551210-8	
2	Aucamarca Upan Isaac David	060512256-3	
3	Zuñiga Zifano Andres David	0706857888	
4	Uyay Usca Odalis Tatiana	0605176288	
5	Caguana Mazon Evelyn Anasely	060509123-0	
6	Morera Jaramillo Angelica Maria	27004666	
7	Alcivar Velasquez Cindy Rashel	210020913-2	
8	Enza Leon Fredy David	060520644-2	
9	Pera Padilla Helisa Lizbeth	060583098-3	
10	Zuñiga Pano Wilson Israel	0603161681	
11	Zabalza Bonifaz Kevin Joel	0605629499	
12	Pomero Erazo Ana Valeria	0604771538	
13	Cueto Lara Annette Desayma	0605191352	
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			

Técnico de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

VERSIÓN 1

REGISTRO DE ASISTENCIA DE ESTUDIANTES

LABORATORIO: <i>CETEPS</i>		PERÍODO ACADÉMICO: <i>2024 - 25</i>	
CARRERA: <i>Agroindustrias</i>	ASIGNATURA: <i>Industrias Lácteas</i>	DOCENTE: <i>Ing. Sergio Rojas</i>	SEMESTRE: <i>5º</i>
TEMA: <i>Elaboración de queso mozzarella</i>		FECHA: <i>25-04-2024</i>	PARALELO: <i>A</i>
		HORA: <i>11:00 - 20:00</i>	GRUPO: <i>1</i>

No.	APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA
1	<i>Rivera Oscar Betty Marcel</i>	<i>[Firma]</i>
2	<i>Ascarra Byron Isaac David</i>	<i>[Firma]</i>
3	<i>Alvarez Esteban Anderson Leonel</i>	<i>[Firma]</i>
4	<i>Uscay Vera Otilio Juliana</i>	<i>[Firma]</i>
5	<i>Casallas Diego Evelyn Anabelis</i>	<i>[Firma]</i>
6	<i>Murcia Juanillo Angélica María</i>	<i>[Firma]</i>
7	<i>Alvarado Velazquez David Samuel</i>	<i>[Firma]</i>
8	<i>Carra Juan Erik David</i>	<i>[Firma]</i>
9	<i>Roa Solís Yvón Lidia</i>	<i>[Firma]</i>
10	<i>Ferraz Reina Cristian Leonel</i>	<i>[Firma]</i>
11	<i>Parola Rosay María José</i>	<i>[Firma]</i>
12	<i>Bonano Pérez Ana Catalina</i>	<i>[Firma]</i>
13	<i>Conde Lara Anabella Jennifer</i>	<i>[Firma]</i>
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		

OBSERVACIONES:

[Firma]
Docente

[Firma]
Técnico de Laboratorio

Anexo 11. Monitoreo de parámetros como temperaturas, tiempos, pH, entre otros en el proceso de elaboración de queso mozzarella.



Anexo 12. Reporte de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso mozzarella.

Resultado mozzarella



	INEN 82	Queso mozzarella elaborado
Humedad	Min 20%	26.87%
Grasa	>20%<30%	25%
Rendimiento	50 litros de leche con un 3.83 % de grasa 42.3%= 3.6kg de queso total 12 unidades de 300 gr	

Resultado microbiología en el queso mozzarella

Microorganismo	INEN 82	Queso Mozzarella
Enterobacterias UFC/g	Max 10 ³	10
Escherichia Coli UFC/g	Min < 10 max 10	No presenta
Staphylococcus aeurs UFC/g	Ausencia	No presenta
Listeria monocytogenes	Ausencia	No presenta
Salmonella	Ausencia	No presenta



Anexo 13. Prueba de capacidad de hilado.



Anexo 14. Vista a la Planta CETTEPS-UNACH.



Fotografía 1. Control de parámetros en la etapa de pasteurización.



Fotografía 2. Análisis de la 5 M's de calidad de procesos productivos.



Fotografía 3. Regulación de parámetros de la etapa refrigeración.

Anexo 15. Aplicación de matrices de evaluación de la situación actual de la planta y listas de cotejo para medir el nivel de estandarización del proceso productivo en la planta CETTEPS-UNACH a técnicos de la planta.



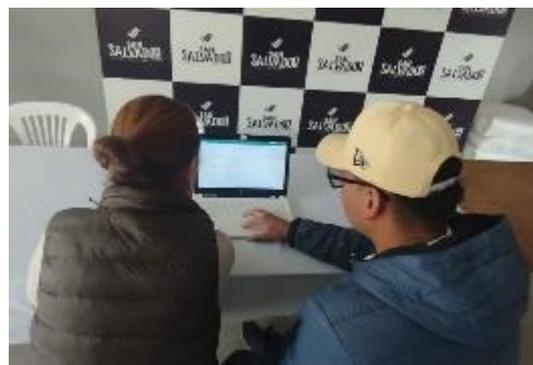
Fotografía 1. Aplicación de la matriz de evaluación de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH a técnico responsable de la misma.



Fotografía 2. Aplicación de lista de cotejo a técnico responsable de la planta CETTEPS-UNACH para medir el nivel de estandarización.



Fotografía 3. Aplicación de la matriz de evaluación de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH a docente de la materia de industrias lácteas responsable.



Fotografía 4. Aplicación de lista de cotejo a docente de industrias lácteas para medir el nivel de estandarización de la planta CETTEPS-UNACH.

Anexo 16. Aplicación de matrices de evaluación de la situación actual de la planta CETTEPS-UNACH a estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH, quienes asumen el rol de operarios en la planta.

