

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
“De las Fuerzas Armadas”



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**ASEGURAR EL PROCESO DE FERMENTACIÓN LÁCTICA EN EL
YOGURT A TRAVÉS DE UNA CÁMARA FERMENTADORA
ARTESANAL DESARROLLADO EN EL INSTITUTO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS
FUERZAS ARMADAS (IESTPFFAA)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

GUADALUPE ECHEVARRIA, Luisa Andrea

MENA JULON, Giannina Patricia

LIMA, PERÚ

2019

Dedicado a Dios, porque nos da la fortaleza de seguir en pie, hasta ahora. A nuestros padres con mucho amor, por estar siempre de nuestro lado, en cada paso que demos, por la educación que nos brindaron día a día, le dedicamos todo nuestro esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este informe.

Agradecimiento

A Dios, por habernos guiado por el camino de la felicidad hasta ahora, por ser fortaleza en los momentos de debilidad y por darnos vida y salud.

A nuestros padres, por el amor y por estar siempre a nuestro lado, inculcando sus consejos y apoyo, para ser mejores día a día.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, por el apoyo en el desarrollo experimental del presente trabajo de aplicación.

A los docentes quienes con su dedicación, motivación y amistad han sido claves en nuestra vida profesional.

A la Mg. Norma Pariona Ayllón, por habernos inculcado valores profesionales y, despertado la ambición de ser buenos profesionales.

Al Ing. Pio Martín Luján Minchola, por habernos acompañado en el desarrollo de nuestro Trabajo de Aplicación Profesional.

A la Lic. María Elizabeth Valderrama Aguirre, por su alto nivel de conocimiento en investigación científica, hacia la mejora de nuestro Trabajo de aplicación profesional.

Índice

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice	v
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
Resumen	ix
Introducción	x
Capítulo I: Determinación del problema	
1.1 Formulación del problema	13
1.1.1. Problema general	13
1.1.2. Problemas específicos	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo general	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Justificación	14
Capítulo II: Marco Teórico	
2.1 Estado de Arte	16
2.2 Bases teóricas	19
2.2.1. Cultivos lácticos	19
2.2.1.1. Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus	20
2.2.1.2. Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus	21
2.2.2. Yogurt y sus características	23
2.2.3. Norma técnica peruana para la leche y productos lácteos. Yogurt o requisitos – NTP 202.9092 - 2004 (CODEX)	24
2.2.3.1. Métodos de ensayo: para yogurt entero	24
Capítulo III: Desarrollo del trabajo	
3.1 Finalidad	26
3.2 Propósito	26
3.3 Componentes	26

	Pág.
3.4 Actividades	28
3.4.1. Descripción de las etapas para la elaboración de yogurt realizado en la cámara Fermentadora para yogurt	29
3.4.2. Flujograma del proceso para elaboración del yogurt	37
3.4.3. Método de Análisis	38
3.5 Limitaciones	41
Capítulo IV: Resultados	
4.1. Resultados	43
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	
5.1 Conclusiones	45
5.2 Recomendaciones	46
Referencias bibliográficas	47
Apéndices	
Apéndice A: Cronograma de actividades	50
Apéndice B: Cronograma de presupuesto	51
Apéndice C: Imágenes, fotos, otros	53
Apéndice D: Diseño y construcción del equipo de cámara de fermentación artesanal	54

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Concentración relativa entre <i>L. bulgaricus</i> y <i>S. thermophilus</i>	20
Figura 2. <i>Streptococcus thermophilus</i> ..	21
Figura 3. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	22
Figura 4. Diseño de la tarjeta Arduino Mega 2560	56
Figura 5. Pantalla de cristal para la visualización de información.....	57
Figura 6. Teclado matricial para poner el número de pines requeridos	57
Figura 7. Sensor para medir la temperatura.....	58
Figura 8. Ventilador para dispersar la temperatura.....	58
Figura 9. Opto acoplador 3021	59
Figura 10. Triac Bt 136.....	59
Figura 11. Lámpara incandescente 220 Vac	60
Figura 12. Muestra de madera de melanina.	62
Figura 13. Cortes de la madera en tamaños iguales.	62
Figura 14. Caja de melanina en forma de un Cuadrado.....	62
Figura 15. Diseño del circuito electrónico	63
Figura 16. El circuito eléctrico y los focos instalados	63
Figura 17. Tecnopor cortado en partes iguales.	63
Figura 18. El vidrio templado.....	64

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Costo de los materiales para la cámara fermentadora de Yogurt.....	51
Tabla 2. Costo de los insumos para la preparación de yogurt.....	52
Tabla 3. Costo de los materiales a utilizar durante la realización del trabajo de..... de aplicación.	52

Resumen

El trabajo de aplicación profesional fue asegurar el proceso de fermentación láctico para la obtención de yogurt a través de una cámara fermentadora artesanal desarrollada en el laboratorio del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”. El objetivo, fue construir un equipo de manera artesanal para la fermentación de los cultivos lácticos. Para evaluar su funcionamiento y el tiempo, se ensayaron varias muestras de yogurt que nos permitieron obtener las temperaturas exactas, para un correcto proceso de fermentación. De la evaluación realizada se determinó al punto que se debe colocar a una temperatura de 50 °C con cinco grados de rango para que la temperatura del producto llegue a 45 °C y con un pH de 4,6.

El presente Trabajo de aplicación Profesional, beneficiará a los estudiantes de la carrera de Industrias de Alimentarias, en el desarrollo de las competencias y capacidades planteadas en el módulo de lácteos.

Palabras claves: Asegurar, proceso, fermentación, láctica, yogurt, cámara, artesanal, IESTPFFAA.

Introducción

El presente trabajo de aplicación profesional intenta resolver el problema de cómo asegurar el proceso de fermentación láctica de yogurt en una cámara de fermentación artesanal, desarrollada en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”.

El mismo que, se justifica por la necesidad presentada en la carrera profesional de Industrias Alimentarias, del Instituto Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, para el módulo de Tecnología de productos lácteos y derivados, de forma que se asegure el proceso de fermentación láctica, de los procesos para elaborar productos lácteos, teniendo en cuenta los parámetros de control en la fermentación de los cultivos, tal como el yogurt, de manera que, se controle el pH, temperatura, acidez y tiempo. Así mismo, beneficiará a los estudiantes de la carrera de Industrias de Alimentarias, en el desarrollo de las competencias y capacidades planteadas en el módulo respectivo; pues, el aprendizaje experimental, y de conocimientos, permitirá a los estudiantes y egresados, promover un enfoque emprendedor mediante la generación de microempresas; dinamizando la economía en el instituto, en los hogares de los participantes, y en nuestra sociedad.

Para ello se realizó la formulación del proceso y las características de los ensayos obtenidos. En las siguientes líneas se describe el contenido de cada capítulo.

Capítulo I: Determinación del problema, se describe la formulación del problema, planteándose el problema general y los problemas específicos; además del objetivo general y los objetivos específicos a alcanzar en el presente trabajo. Por último, se hace mención de la justificación.

Capítulo II: Se da a conocer el estado de arte, y se detalla las bases teóricas, donde se encuentran las bases teóricas que sustentan el presente trabajo de aplicación profesional.

Capítulo III: En el desarrollo del trabajo, se define la finalidad y el propósito por el cual se lleva a cabo el trabajo, también se describe el propósito y los componentes y las actividades que se realizaron para su ejecución. Finalmente se da a conocer las limitaciones presentadas.

Capítulo IV: Se detalla los resultados de la ejecución del trabajo de aplicación profesional.

Capítulo V: Se detalla las conclusiones obtenidas durante el desarrollo de trabajo de aplicación profesional y las recomendaciones.

Finalmente, se consignan las referencias bibliográficas utilizadas como fuentes de información de estudio; y los apéndices.

CAPÍTULO I
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Cómo asegurar el proceso de fermentación láctica de yogurt en una cámara de fermentación artesanal, desarrollado en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público De las Fuerzas Armadas?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cómo asegurar el proceso de fermentación láctica del yogurt?

¿Cómo diseñar una cámara de fermentación artesanal?

¿Cuál es el procedimiento para evaluar la calidad del yogurt elaborado en la cámara de fermentación artesanal?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Describir el proceso de fermentación láctico para la obtención de yogurt a través de una cámara fermentadora artesanal, desarrollada en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”.

1.2.2 Objetivos específicos

Describir el proceso de fermentación láctica del yogurt.

Diseñar una cámara de fermentación natural

Explicar el procedimiento para evaluar la calidad del yogurt elaborado en la cámara de fermentación artesanal.

1.3 Justificación

El presente trabajo de aplicación profesional se justifica por la necesidad que se presenta en la carrera profesional de Industrias Alimentarias, del Instituto Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, de contar con una cámara de fermentación artesanal, para el módulo de Tecnología de productos lácteos y derivados, de forma que se asegure el proceso de fermentación láctica, en especial de productos lácteos, estableciendo para ello, los parámetros de control pertinentes en la fermentación de los cultivos lácticos, para la elaboración de productos a base de yogurt, controlando el pH, temperatura, acidez y tiempo a fin de mejorar las condiciones de fermentación y su valor nutricional promoviendo el crecimiento de bacterias ácido lácticas.

Es importante destacar, qué de no contar con una adecuada fermentación, se puede presentar grumos, arenosidad, sinéresis, baja viscosidad, acidez, falta de sabor, sabores amargos, sabores rancios, en los procesos de elaboración del producto. El presente trabajo de aplicación profesional beneficiará a los estudiantes de la carrera de Industrias de Alimentarias, en el desarrollo de las competencias y capacidades planteadas en el módulo y el desarrollo de las unidades didácticas, de los procesos de productos lácteos y derivados.

Además, el aprendizaje experimental, y de conocimientos, del presente trabajo, permitirá a los estudiantes y egresados, promover un enfoque emprendedor mediante la generación de microempresas; dinamizando la economía en el instituto, y en los hogares de los participantes.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

Sanchez Omaña y Alonso Cano (2014), en su trabajo de investigación, planteo la atomización de procesos productivos, en particular donde se diseña, simula e instrumenta un sistema de automatización para el proceso de frutado y batido de yogurt natural, en el cual se utiliza como procesador central del sistema un Controlador Lógico Programable (PLC) que funciona como interfaz de elementos de entrada y salida, como son sensores de presión, bombas neumáticas, válvulas, luces piloto y un variador de frecuencia que funciona a su vez como un procesador secundario, el cual comanda la velocidad de rotación del motor que se encarga de realizar el proceso de mezclado y batido. Y obtuvo como resultado que se puede aumentar la productividad y reducir costos del proceso de frutado y batido de yogurt natural que anteriormente tenía un método de producción manual.

Puelles (2015), en su trabajo de investigación, evaluó el efecto de la adición del hidrolizado de tilapia (0; 2; 3; 4; 5 y 7 %), sobre la viscosidad aparente, contenido de proteínas, sólidos totales y acidez en el yogurt batido base; y la (2) influencia de la adición de mermelada de kiwi (5 y 10 %) fue evaluado sobre la aceptabilidad general en el yogurt batido saborizado, donde la adición del hidrolizado de tilapia, incrementa el contenido de proteínas y sólidos totales de 2,9 a 5,3 y 17,86 a 23,69 para las concentraciones de 0 a 7 % de hidrolizado de tilapia respectivamente, desarrollando mayor % de acidez a mayor contenido de sólidos mostrando valores entre 0,70 y 1,13 % de ácido láctico respectivamente. Se determinaron las características reológicas y la viscosidad aparente para los tratamientos a 10 °C, la viscosidad aparente disminuyó con la velocidad de cizalla, cuyos resultados reportaron valores entre 216,2 a 276,2 mPa.s, demostrando un comportamiento “no newtoniano “de tipo “plástico general” del modelo Herschel-Bulkley con un valor “n” menor a 1 (0,84 y 0,72), el índice de consistencia “k” estuvo dentro del rango 0,39 y 0,87 Pa.sn, así mismo se aplicaron las pruebas estadísticas de Levene, Shapiro Wilk, análisis de varianza y Duncan para las variables paramétricas, encontrando que el incremento del hidrolizado de tilapia tiene un efecto significativo ($p < 0,05$) en la acidez, sólidos totales, contenido de proteínas y viscosidad aparente del yogurt batido base , mientras que las pruebas de Wilcoxon y Friedman se aplicaron para determinar el tratamiento con mayor rango promedio y la diferencia estadística entre pares de tratamientos con respecto a la aceptabilidad general , indicando que la mermelada de kiwi tiene un efecto significativo sobre el yogurt batido saborizado. El tratamiento con 4% hidrolizado de tilapia y 10 % de mermelada de kiwi, con una media de 6, fue identificado

como el producto de mayor a aceptabilidad cuyas características fisicoquímicas fueron 3,7 % de proteínas; 76,3 % de humedad; 1,01 % acidez, 0,82 % cenizas y 3,8 % grasa.

Huayta (2015), en su investigación, planteó como objetivo, de realizar un perfil para instalar una planta donde se procesará yogur natural, se ubicará en la zona Calavera Chica Parcela 3, distrito de Lurín, provincia de Lima - Región Lima. Se desea producir un producto completamente natural sin adición de ningún tipo de saborizante espesante o colorante. En los últimos años el consumo del yogurt ha ido creciendo vertiginosamente por lo cual se cuenta con una demanda asegurada para este producto sobre para las personas de ingresos medios y altos que será nuestro demandante específico. En la zona de Lurín abunda la materia prima que es leche y vías de comunicación adecuadas, a la vez se encuentra cerca a los lugares de venta del producto. La planta tendrá una capacidad de trabajo para producir 350 l/día en un solo turno, en el caso de mayor demanda se trabajaría en más turnos. Se iniciará con una inversión de S/. 547 911 de los cuales S/. 399 338 (65 %) es un préstamo de una entidad bancaria con un interés del 17 % anual y S/. 154 573 (35 %) será por aporte propio. La producción anual será de 119 574 Kg al precio de S/. 6,00 soles, el cual generará un ingreso de S/. 717 444 soles anuales, y el costo anual es de S/ 355 971. El capital de trabajo es de S/. 393 338 soles, con una Tasa interna de retorno de S/. 39,80 soles, con costo del capital promedio ponderado de 25 %, con una relación costo beneficio económico de 1,16 y una relación costo beneficio financiero de 2,16. Por lo cual se considera que el perfil del proyecto es económicamente rentable pudiéndose establecer este tipo de empresa en cualquier zona rural de Lima donde se cuente con la producción de leche.

Contreras (2017), en su trabajo de investigación, se enfocó en la propuesta de implementar un Plan HACCP, para la línea de yogurt natural, frutado, bio-natural, bio-frutado y de jalea real de la planta ABC, como una propuesta de mejora y así, poder perfeccionar el control del proceso de elaboración del mismo, con el objetivo de asegurar la inocuidad y mejorar la calidad del producto terminado. Inicialmente se aplicó la lista de verificación de los requisitos de higiene en plantas para ver cuál es la situación actual de la empresa, donde se evaluó las instalaciones, personal, controles y documentación. Luego se identificaron una serie de problemas que se presentan durante la producción, a través de una lluvia de ideas realizada por el equipo HACCP los cuales fueron agrupados por tener temas en común en seis categorías, y donde se identificó el problema principal a través de

la matriz de selección, para lo cual se elaboró una escala de calificación con la que cada miembro del equipo realizó su votación, obteniendo como problema principal al de mayor puntaje, resultando el de “Control de parámetros ineficientes” del cual se realizó el diagrama de Ishikawa que es una representación gráfica en forma de espina de pez, donde la espina horizontal representa el problema a analizar y de esta salen líneas diagonales donde se analiza las posibles causas que originan el problema. De acuerdo con los resultados obtenidos, se procedió a plantear la propuesta de mejora y revisión de la documentación. Después se realizó la descripción del diagrama de flujo, el cual se verificó in situ por el equipo HACCP, análisis de peligros de la materia prima y de cada etapa del proceso, identificación de los puntos críticos de control, desarrollo de un sistema de vigilancia y verificación, con el propósito de comprobar que este sistema es eficiente. Durante el presente trabajo se fueron implementando mejoras en la infraestructura y equipos de la planta ABC, y así se fueron reduciendo los puntos críticos de control.

Ríos (2018), en su trabajo de investigación, se evaluó el efecto del tipo de cultivo láctico, sobre la acidez, sinéresis, viscosidad y recuento de bacterias lácticas y aceptabilidad general en un yogurt batido saborizado de leche de cabra. En la elaboración del yogurt se utilizó tres cultivos lácticos: VB340, VH728 y M802. En los cultivos VB340, VH728 y M802 utilizados en los tratamientos se obtuvo acidez de 0.79, 0.81 y 0.85 %; sinéresis de 26.87, 28.15 y 43.64 %; viscosidad de 621.75, 433.05 y 352.65 mPa.s; y recuento de bacterias lácticas de 4.36×10^7 , 6.73×10^7 y 7.57×10^7 ufc/mL respectivamente. Los tres cultivos tuvieron efecto significativo sobre la acidez, sinéresis y viscosidad; en tanto que en el recuento de bacterias lácticas y la aceptabilidad general no se encontró diferencias significativas. Y finalmente Se determinó que el cultivo láctico VB340 es el que produce menor acidez, menor sinéresis, mayor viscosidad. Además, presenta una aceptabilidad general de 8 (me gusta mucho) y contiene 4.36×10^7 ufc/mL.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Cultivos lácticos

Contreras (2017), manifestó que, la acción de las bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico, estos microorganismos son utilizados para producir yogurt una mezcla de *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus acidophilus*. La leche se hierve antes de añadir el cultivo de bacterias y la bacteria *acidophilus* se reproduce más rápido que cualquier otro organismo patógeno que entra en la leche. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto. La leche fermentada resulta de la acción de las bacterias lácticas, que modifican las propiedades iniciales de la leche y permiten su conservación. El yogurt es leche cuajada obtenida mediante fermentación láctica ácida. En la transformación de la leche en yogurt intervienen dos microorganismos: *Lactobacillus bulgaricus*, que da aroma, y *Streptococcus thermophilus*, muy acidificante. Las dos especies poseen un sistema constitutivo β -galactosidasa e hidroliza la lactosa a glucosa y galactosa. Ambas especies son homofermentativas y producen lactato a partir de glucosa por la vía Embden Meyerhoff Parnas (EMP) o glucólisis.

Para obtener un buen yogurt, se deben añadir las dos especies iniciadoras a una proporción celular de 1:1 de *Streptococcus*: *Lactobacillus*. Para lograr un crecimiento adecuado de las dos especies, la fermentación debe conducirse a unos 43,3 °C. A esta temperatura se producen los compuestos ácidos y de sabor en los niveles deseados. Si la temperatura aumenta más de 43,3 °C, hay predominio de las especies *Lactobacillus*, lo que da por resultado más ácido y menos sabor; a temperaturas menores, se favorece el crecimiento de las especies de *Streptococcus*, y los productos tienen menos ácido y más sabor. Las dos especies muestran crecimiento simbiótico mientras prosperan juntas en la leche. La interacción de las dos especies tiene efecto sinérgico sobre la tasa de crecimiento, tasa de producción de ácido láctico y las cantidades de formación de acetaldehído durante su crecimiento, en comparación con la que producen de manera individual.

Estas bacterias utilizan como fuente de energía la lactosa y liberan ácido láctico que provoca un incremento de la acidez, de modo que las proteínas de la leche precipitan formando el yogur.

En la Figura 1. Se aprecia la concentración relativa entre *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*, desde el punto de inoculación.

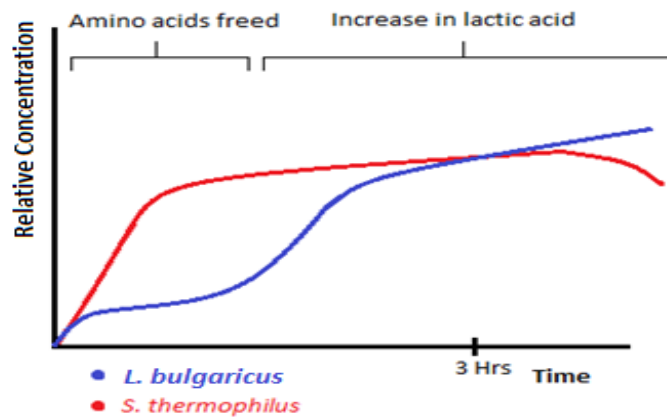


Figura 1. Concentración relativa entre *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* desde el punto de inoculación. (repositorio.unap.edu.pe)

2.2.1.1. *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*

Wu, (2016). Indicó que esta es una bacteria no patógena y homofermentativa facultativa de ácido láctico anaeróbico, cuenta con una larga historia en la fabricación industrial casera y moderna de productos lácteos fermentados, en especial el yogurt. Así mismo este microorganismo, durante la incubación, inicia la fase de crecimiento logarítmico y es ahí donde se comienza a desarrollar el ácido láctico en la leche junto al *Lactobacillus Bulgaricus*.

Por otro lado, las especies de *Streptococcus* se reproducen rápidamente en presencia de oxígeno disuelto y producen ácido fórmico y CO₂. En condiciones anaeróbicas, el ácido fórmico y el CO₂ estimulan el crecimiento del *Lactobacillus* sp. Los aminoácidos glicina, valina, histidina, leucina y metionina, son necesarios para el crecimiento de *Streptococcus* sp. que carece de la enzima proteinasa.

Streptococcus sp. y progresa rápidamente hasta que el pH cae a 5,5, un punto a partir del cual se reduce el crecimiento de *Streptococcus* sp. El pH óptimo y la temperatura de desarrollo del *Streptococcus thermophilus* está entre 6,8 y 38 °C, éstos actúan en la acidez entre 0,85 a 0,95 por ciento, en función de ácido láctico.

En la Figura 2. Se aprecia el microorganismo *Streptococcus thermophilus*

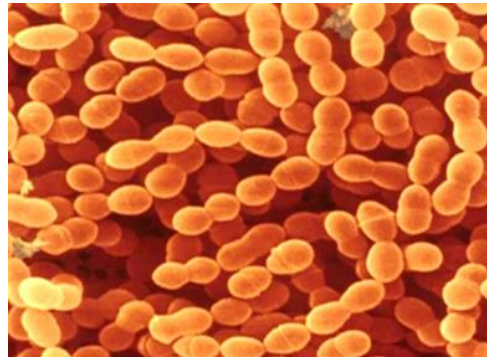


Figura 2. Del *Streptococcus thermophilus*. (indiamart.com)

2.2.1.2. *Lactobacillus Bulgaricus*

Manilópez, E., Palou, E., and Lópezmallo, A. (2014). Indicó que el yogur se considera una fuente de probióticos, a base de leche mediante la adición de cultivos iniciadores y se valora por su sabor único, textura deseable y valor nutricional; este microorganismo es homofermentativo, termófilo, anaerobio facultativo, la temperatura óptima para su desarrollo es de 45 °C, y libera a partir de proteínas lácteas diversos aminoácidos y algunos péptidos que estimulan el crecimiento de *S. thermophilus*.

Además el pH óptimo y la temperatura que debe tener para el desarrollo del *Lactobacillus bulgaricus* es de 6,0 a 43 °C, estos alcanzan una acidez de 1,20 a 1,50 por ciento, en función de ácido láctico. El ácido fórmico y el CO₂ también estimulan el crecimiento de *Lactobacillus* sp. y produce péptidos y aminoácidos de las proteínas

de la leche. Algunos aminoácidos, como glicina, valina, histidina, leucina y metionina, son necesarios para el buen crecimiento del *Streptococcus* sp. que carece de la enzima proteinasa., toma la leche y progresa rápidamente hasta que el pH cae a 5,5, un punto a partir del cual se reduce el crecimiento de *Streptococcus* sp. Sin embargo, el crecimiento de *Lactobacillus* sp. Continúa rápido y fácilmente hasta que la temperatura se reduce a 29,4 °C, seguida de una caída del pH a 4,8. A esta temperatura, ambas cepas crecen más lentamente, pero las de *Streptococcus* sp. tienen un límite. A una temperatura de 4,4 °C y un pH de 4,3.

En la Figura 3. Se aprecia el microorganismo *Lactobacillus bulgaricus*

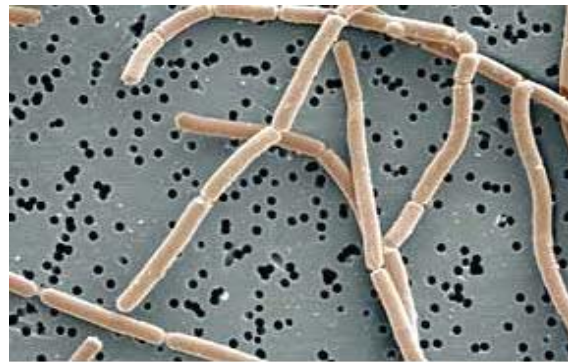


Figura 3. Del *Lactobacillus bulgaricus*. (phytoencode.net)

Malajovich (2012, p.23), manifestó que las raíces de la producción láctea se remontaron en el año 3 000 a.C. (Oriente Medio) cuando el hombre comprobó que, al acidificarse, la leche cambiaba de consistencia y de sabor. Las bacterias que normalmente se encuentran en la ubre de los animales, contaminan la leche, proliferando y formando ácido láctico. En este medio, las proteínas precipitan, separándose del suero.

El yogurt resulta de la fermentación de la leche por una flora bacteriana compuesta de estos microorganismos, de tal forma que los *Streptococcus thermophilus* remueven el oxígeno y los lactobacilos transforman el azúcar lactosa en ácido láctico. Cuando el pH oscila entre 5 y 6, la leche coagula. Otras bacterias pueden fermentar la

leche: *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus lactis* y *Bifidobacterium bifidum*. Existen diferentes tipos de yogurt y leches fermentadas, todos ellos productos altamente nutritivos, ricos en proteínas, sales minerales y vitaminas. Los productos que se venden como yogurt, contienen un alto número de microorganismos vivos (100 millones de bacterias vivas por gramo); consumidos como probióticos, intentan mantener el equilibrio de la flora intestinal y prevenir el desarrollo de otros microorganismos.

2.2.2. Yogurt y sus características

Según el INDECOPI – en la norma Técnica Peruana NTP 202.092 (2008, p. 8), el yogurt se clasifica, según:

Yogurt batido: Es aquel cuya fermentación se realiza en los tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, siendo luego sometido a un tratamiento mecánico

Yogurt bebible: conocido como yogurt batido, que ha recibido un mayor tratamiento mecánico.

Yogurt aflanado: Es aquel cuya fermentación y coagulación se produce en el envase individual listo para la venta.

Yogurt tradicional o natural: Yogurt sin adicción de saborizantes, azúcares y/o colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizadores y conservadores, según indica el apartado 6,4 de la presente NTP.

Yogurt Aromatizado: Yogurt cuya composición ha sido modificada mediante la incorporación de un máximo de 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas, verduras, jugos, purés, pastas preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e ino cuos y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación.

2.2.3. Norma técnica peruana para la leche y productos lácteos. Yogurt o requisitos – NTP 202.9092 - 2004 (CODEX)

La norma técnica nos indica los conceptos básicos de yogurt, yogurt batido, bebible, coagulación, tradicional o natural, frutado u aromatizado; explicando los requisitos generales, de identidad, fisicoquímicos, de ingredientes, de aditivos microbiológicos, menciona también inspección, muestreo y análisis, envase y rotulado. Indica específicamente que por ser yogurt la grasa de la leche no podrá ser sustituida por grasa de origen no lácteo.

Al yogurt afrutado naturalmente se le podrá agregar hasta un 25 % como máximo de ingredientes no lácteos (frutas, pulpas, compota, zumo, miel, chocolate, cacao, nueces, café, azúcar, especias).

2.2.3.1. Métodos de ensayo: para yogurt entero

- Bacterias lácticas totales (ufc/g): min. 10^7
- Materia grasa: mínimo 3 %
- Sólidos no grasos: min. 8,2 %
- Acidez: 0.6 – 1.5 g ac. Láctico

Envasado herméticamente de tal forma que durante su almacenamiento, transporte y comercialización, quede protegido, inocuo. Cuando hablamos de yogurt tenemos el concepto previo que es un producto lácteo, leche acida mucho más digerible (adopta las cualidades en la fermentación, el proceso por el que la leche se convierte en yogurt, esta práctica mejora la asimilación de lactosa por parte del organismo) que la leche cruda, pero casi igual de nutritiva que la leche.

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad

A partir de una cámara fermentadora artesanal desarrollada en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de las Fuerzas Armadas se pretende obtener la curva de fermentación láctica en el yogurt a través del control de temperatura, pH y tiempo a fin de asegurar las condiciones de fermentación del cultivo láctico y obtener la acidez láctica alineada a la exigencia de la norma vigente, asegurando así sus características fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales en el producto lácteo como el yogurt. Además de beneficiar a los estudiantes de la carrera profesional de Industrias Alimentarias, en el desarrollo de sus capacidades, durante su aprendizaje.

3.2 Propósito

El presente trabajo de aplicación facilitará el desarrollo de la unidad didáctica de procesos de productos lácteos y derivados, lo cual se logrará a través del uso de una cámara artesanal donde se podrá controlar los parámetros para asegurar el proceso de fermentación láctica en el yogurt; así los docentes en efecto, podrán lograr la competencia en los alumnos cuando realicen sus prácticas pre-profesionales en dicho modulo. Por otro lado, nos permitirá generar una microempresa que podría dinamizar la economía en el instituto.

3.3 Componentes

El presente trabajo de aplicación profesional, planteó los siguientes componentes:

Materia prima, equipos e instrumentos

- **Azúcar**

El azúcar común (sacarosa): Se utiliza para adicionar sabor al yogurt.

- **Leche en polvo**

Se utiliza este insumo para corregir su densidad.

- **Cultivo de yogurt**

Cultivo comercial constituido por cepas de bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*, durante la incubación las bacterias lácticas desarrollan acidez mediante la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. La acidificación hace que la leche coagule y se obtenga una consistencia mejor.

- **Leche UHT**

Es una leche con proceso térmico que se utiliza para reducir en gran medida el número de microorganismos presentes, cambiando su sabor y sus propiedades nutricionales en mayor o menor medida.

- **Cámara artesanal de fermentación**

La cámara cuenta con un circuito que está diseñado en el software Flowcode 7, que basa su diseño en diagramas de flujo; este diagrama es convertido en lenguaje C++ que es el lenguaje que reconoce el “Arduino Mega 2560” (microprocesador) generando funciones y patrones que va a seguir el microprocesador; de acuerdo al tipo de trabajo a realizar.

La información de bits que es decodificada por el microprocesador “Arduino Mega 2560” ordena que la corriente continua que va hacia al Optocoplador o MOC (5Vdc) que es un dispositivo que une corriente continua (Dc) y corriente alterna (Ac), mande un pulso al TRIAC (220 Vac), entonces este TRIAC al ponerse en estado activo; controla la corriente alterna que ingresa a las 4 lámparas y estas van a controlar el estado de intensidad lumínica (calor del foco) hasta alcanzar el Set Point (estado deseado que es 45 °C), ya que si pasa de los 45 °C del proceso de “Fermentadora artesanal para yogurt” este dispositivo (LM35) manda la información al Arduino para detener el proceso y el Arduino activará el ventilador para el enfriamiento del sistema.

El periodo de tiempo que estas 4 lámparas van a generar calor varía de acuerdo a la temperatura requerida por el usuario; por ejemplo si se requiere que la temperatura llegue hasta los 45 °C, el sistema va a tratar de llegar exactamente a esa temperatura requerida, pero en el proceso de elevar la temperatura con el calor generado por los focos, ésta apagará también algunos focos para que no sobrepasen la temperatura deseada (45 °C) por el usuario que es digitada en el teclado matricial “4x4” con la tecla (#). Este proceso de elevar y mantener la temperatura a (45°C) se visualiza en la pantalla “LCD 2x16”.

La temperatura del sistema es variable de acuerdo al proceso de “Fermentadora artesanal para yogurt” y se puede digitar en el teclado matricial de 4 x 4 a que grado

de temperatura desea que encienda (ON) con la tecla numeral (#); y se apague (OFF) con la tecla (*).

- **Termómetro**

Es un instrumento de medición de temperatura.

- **Lactodensímetro**

Los lactodensímetros son instrumentos de vidrio utilizados para medir la densidad de la leche y así determinar si tiene o se ha mezclado con agua, o la crema se ha eliminado parcialmente.

- **Cocina**

Aparato que se utiliza para calentar y cocinar alimentos.

- **pH- metro**

Es un instrumento científico que mide la actividad de iones de hidrógeno en soluciones a base de agua, indicando su acidez o alcalinidad expresada como pH.

- **Equipo de titulación**

Prueba de Acidez por titulación

3.4 Actividades

Las actividades desarrolladas en la elaboración de yogurt, son las siguientes:

a. Identificar proveedores de la materia prima e insumos

Leche UHT Mercado Caquetá es un mercado mayorista y minorista que distribuye productos alimenticios en la zona norte.

b. Identificar proveedores de envases

Insumos & soluciones es la empresa que nos provee los envases para nuestro producto.

c. Realizar primer ensayo

Realizado en el IESTPFFAA con la aplicación de las BPM

d. Determinación de los parámetros

pH de la leche y temperatura de la leche.

e. Ajustes de ensayos

Basado en las Buenas Prácticas de Manufactura y las Normas Técnicas peruanas.

f. Elaboración del informe del proyecto

La elaboración del proyecto se dio con el curso de investigación e innovación tecnológica.

3.4.1. Descripción de las etapas para la elaboración de yogurt realizado en la cámara fermentadora para yogurt.**Recepción de la materia prima**

Es un punto de control en donde deben realizarse verificaciones inmediatas de la calidad acordadas de la leche cruda. El pH debe ser de 6,7.



Imagen 1. Recepción de la materia prima

Filtración

La filtración de la leche para evitar el ingreso de partículas gruesas al proceso.



Imagen 2. Filtrado.

Estandarización y preparación de la mezcla

Se regula el contenido de grasas y sólidos no grasos. Se agrega azúcar de acuerdo al tipo de producto a elaborar, y se regula el contenido de extracto seco mediante el agregado de leche en polvo, concentración por las técnicas de filtración a través de membranas o sustracción de agua por evaporación.



Imagen 3. Estandarización

Pasteurización

Por principio, el yogur se ha de calentar por un procedimiento de pasteurización autorizado. Para que el yogur adquiriera su típica consistencia no sólo es importante que tenga lugar la coagulación ácida, sino que también se ha de producir la desnaturalización de las proteínas del suero, en especial de la b - lactoglobulina. Como es sabido, esto se produce a temperaturas aproximadas a 75 °C, consiguiéndose los mejores resultados de consistencia (en las leches fermentadas) a una temperatura entre 85 y 95 °C. El tratamiento térmico óptimo consiste en calentar a 90 °C y mantener esta temperatura durante 15 minutos.

Esta combinación temperatura/tiempo también se emplea en la preparación del cultivo y es muy habitual en los procedimientos discontinuos de fabricación de yogur. En los procedimientos de fabricación continua se suele mantener esta

temperatura de 95/96 °C sólo durante un tiempo de 5 minutos con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento tecnológico de la instalación.

Muchas fábricas aplican temperaturas mayores a 100 °C. Esta práctica no es aconsejable debido a que no consigue incrementar el efecto, pero puede provocar la desnaturalización de la caseína, lo que se traduce en una reducción de la estabilidad del gel ácido.

Las proteínas desnaturalizadas del suero, por el contrario, limitan la sinéresis (*) del coágulo y reducen por tanto la exudación de suero. Es un punto crítico de control, pues es el punto donde se eliminan todos los microorganismos patógenos siendo indispensable para asegurar la calidad sanitaria e inocuidad del producto.



Imagen 4. Pasteurización

1er Enfriamiento

Es un punto de control porque asegura la temperatura óptima de inoculación, permitiendo la supervivencia de las bacterias del inóculo. Como se mencionó, se enfría hasta la temperatura óptima de inoculación (42 – 45 °C) o generalmente hasta unos grados por encima y luego es enviada a los tanques de mezcla.



Imagen 5. Primer enfriamiento

Inoculación

Es un punto de control porque la cantidad de inóculo agregado determina el tiempo de fermentación y con ello la calidad del producto. Como se dijo antes se buscan las características óptimas para el agregado de manera de obtener un producto de alta calidad en un menor tiempo, de 2 a 3 % de cultivo, 42 y 45 °C, y un tiempo de incubación de 2,30 a 3 h.



Imagen 6. Inoculación

Incubación

El proceso de incubación se inicia con el inóculo de los fermentos. Se caracteriza por provocarse, en el proceso de fermentación láctica, la coagulación de la caseína de la leche. El proceso de formación del gel se produce unido a modificaciones de la viscosidad y es especialmente sensible a las influencias mecánicas. En este proceso se intenta siempre conseguir una viscosidad elevada

para impedir que el gel pierda suero por exudación y para que adquiriera su típica consistencia. Se desarrolla de forma óptima cuando la leche permanece en reposo total durante la fermentación.

La mayoría de los procedimientos de elaboración son, por esta razón, de tipo discontinuo en cuanto al proceso de fermentación. Según el producto a elaborar y el tipo de instalación se van a poder realizar la incubación y la fermentación de las siguientes maneras:

- En los envases de venta al por menor (yogurt consistente).
- En tanques de fermentación (yogurt batido y yogur para beber).

Es un punto de control ya que, determinada la cantidad de inóculo y la temperatura óptima de crecimiento, queda determinado el tiempo y se debe controlar junto con la temperatura para no generar un exceso de ácido láctico.



Imagen 7. Incubación

Homogenización

En la práctica de la elaboración de yogurt se homogeniza la leche higienizada con el objeto de impedir la formación de nata y mejorar el sabor y la consistencia del producto. La homogeneización reduce el tamaño de los glóbulos grasos, pero aumenta el volumen de las partículas de caseína. A consecuencia de esto se produce un menor acercamiento entre las partículas, en el proceso de coagulación, lo que se traduce en la formación de un coágulo más blando. Para evitar este fenómeno se suele realizar la homogenización de la nata o la homogeneización en caudal parcial; técnicas éstas que no alteran la estructura de la caseína.



Imagen 8. Homogenizado de la leche

Segundo enfriamiento

El enfriamiento se ha de realizar con la mayor brusquedad posible para evitar que el yogurt siga acidificándose en más de 0,3 pH. Se ha de alcanzar, como mucho en 1,5-2,0 horas, una temperatura de 15 °C. Este requisito es fácil de cumplir cuando se elabora yogur batido o yogur para beber, por poderse realizar, en estos casos, la refrigeración empleando cambiadores de placas.

El yogurt batido y el yogurt para beber se pueden enfriar rápidamente, una vez incubados, en cambiadores de placas, realizándose esta refrigeración de una forma energética mente más rentable.

Si la incubación se desarrolla dentro del envase, se inicia el enfriamiento en la cámara de incubación mediante la introducción de aire frío, continuándose después en cámaras de refrigeración. Una vez realizada la pre-refrigeración, se deja reposar el yogur durante aproximadamente 2 horas para que se desarrolle la formación del aroma. A continuación, se almacena en condiciones de refrigeración profunda a 5°- 6 °C. Transcurridas de 10 a 12 horas de almacenamiento, el yogur estará listo para la expedición. Se debe controlar la temperatura a la cual se enfría el producto para detener la fermentación.



Imagen 9. Segundo enfriamiento.

Envasado y etiquetado

Se controla el cerrado hermético del envase para mantener la inocuidad del producto. Se debe controlar que el envase y la atmósfera durante el envasado sean estériles. En el producto firme se envasa antes de la fermentación o luego de una pre-fermentación y en la misma envasadora se realizan los agregados de fruta según corresponda; en el batido se envasa luego de elaborado el producto. En la Figura 10, se aprecia el envasado y etiquetado.



Imagen 10. Envasado y etiquetado

Cámara refrigerada y conservación

Es un punto crítico de control, ya que la refrigeración adecuada y a la vez las conservaciones de la cadena de frío aseguran la calidad sanitaria desde el fin de la producción hasta las manos del consumidor. El yogurt elaborado bajo condiciones normales de producción se conserva, a temperaturas de almacenamiento ≤ 8 °C, por un tiempo aproximado de una semana. La tendencia a concentrar la producción, y el cada vez mayor ámbito de distribución de los lácteos, hacen necesario alargar el tiempo de conservación a 3 - 4 semanas.

El yogurt conservado, puede producirse por dos procedimientos: Producción y envasado en condiciones asépticas y Tratamiento térmico del producto justo antes del envasado o ya en el envase. Estos procedimientos son aplicables, en

principio, a todos los productos lácteos fermentados cuyo periodo de conservación se quiera incrementar.



Imagen 11. Almacenamiento

3.4.2 Flujograma del proceso para elaboración del yogurt

En la imagen 12, se muestran el Flujograma de las etapas para el proceso de elaboración de yogurt.

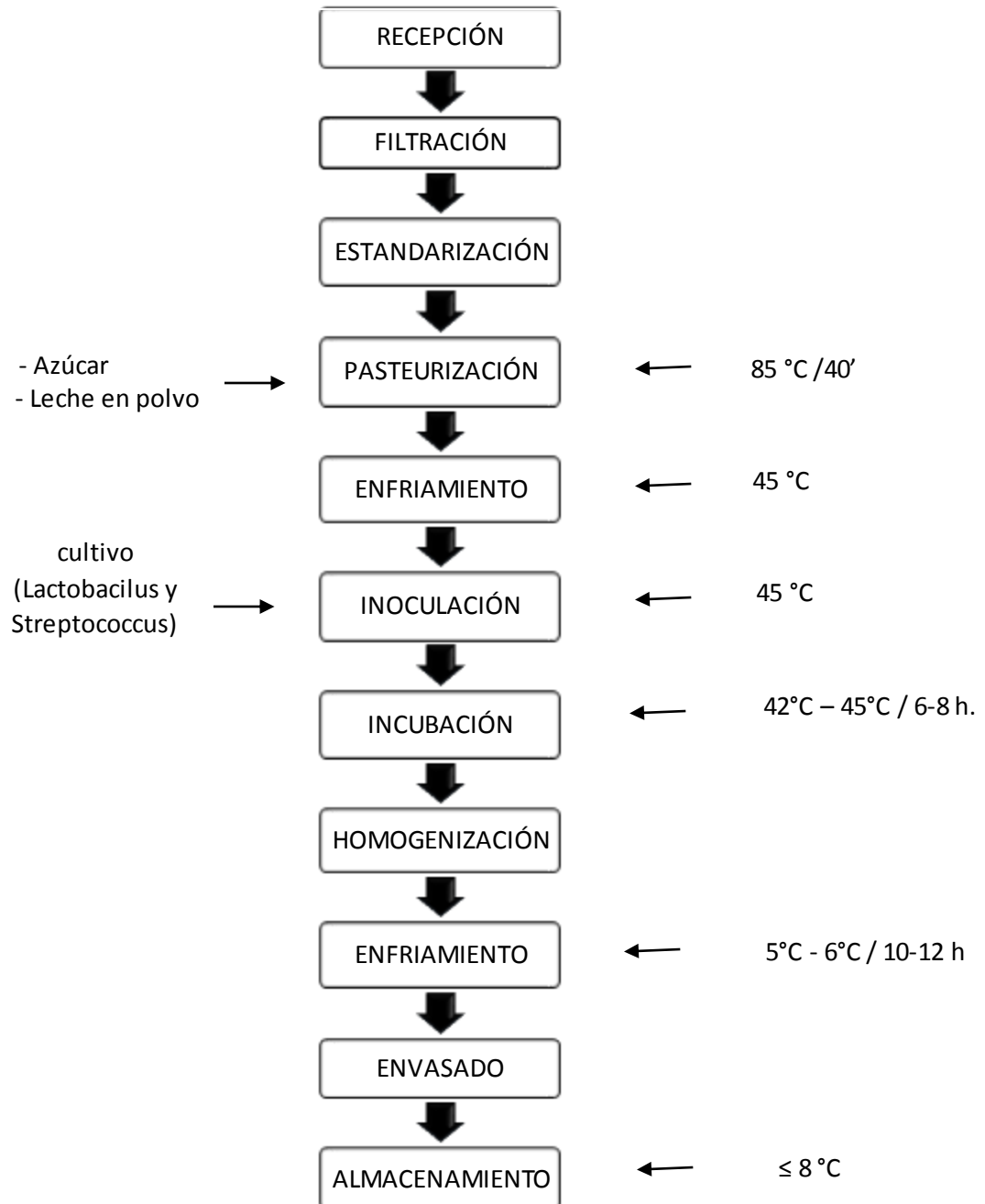


Imagen 12. Flujograma para elaboración del yogurt (Elaboración propia)

3.4.3. Método de Análisis

- Prueba de acidez por titulación

Insumos:

- Hidroxido de Sodio 0.1 Normal
- Fenoltaleína
- Muestra

Equipo:

- 1 Pipeta de 25 ml. Graduada
- 2 Pipetas de 20 ml. Graduada
- Vasos transparentes

Flujo de proceso

a. Alistamiento de insumos y equipos.



Imagen 13. Alistamiento de insumos y equipos.

b. Extraer 9 ml. de la muestra y colocarlos en el vaso (Agitación previa).



Imagen 14. Extracción de muestra y colocado en vaso.

c. Agregado de 03 gotas de Fenoltaleína (Agitar).



Imagen 15. Agregado de 03 gotas de fenoltaleína.

d. Calibrado a cero del hidróxido en la pipeta.



Imagen 16. Calibrado a cero del hidróxido en la pipeta.

e. Agregado de hidróxido hasta obtener color rosado pálido. (Agitando)



Imagen 17. Agregado de hidróxido hasta obtener color rosa

f. Determinación en volumen de hidróxido gastado y multiplicado por 10.



Imagen 18. Determinación de volumen de hidróxido gastado.

g. Resultado equivalente de acidez de la muestra en grados Dornic.



Imagen 19. Resultado de acidez de la muestra en grados Dornic.

Luego de realizar varios ensayos con la prueba de acidez titulable, se llegó a la conclusión de hacer dos pruebas con leches procedentes de diferentes lugares. Al hacer esta prueba se promedian los datos obtenidos por cada uno y se llega a la conclusión que se gastaron 9,4 ml de Hidróxido de sodio para una muestra (muestra 1) y 9,3 ml. Para la otra muestra (muestra 2).

El equipo de trabajo, al realizar la prueba con la muestra N °2 utilizó un total de 9,3 ml. de hidróxido, teniendo este dato se multiplica por 10 y el resultado que nos dé se muestra en grados Dornic.

$$8.46 \text{ ml} * 10 = 84.6 \text{ } ^\circ\text{D} \equiv 85^\circ\text{D}$$

3.5 Limitaciones

En el desarrollo del presente trabajo de aplicación se presentó las siguientes limitaciones:

- No se cuenta con los reactivos para realizar el análisis fisicoquímico.
- Algunos instrumentos de medición de los parámetros, no se encuentran calibrados.
- Para la realización de la cámara artesanal, es necesario contar con el apoyo de otra carrera profesional, por ejemplo, de Electrónica Industrial.
- Alto costo de los materiales para la elaboración del yogurt.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Resultados

El diseño de cámara fermentadora artesanal permite que la fermentación láctica se de en un tiempo de 6 horas y a una temperatura de 42°C a 44 °C, y con la prueba del potenciómetro se logró un pH final en el yogurt 4.6; ambos parámetros cual se encuentra dentro de los parámetros de la normativa vigente de productos lácteos (NPT 202.092).

A través del uso de la cámara fermentadora artesanal se logró asegurar el proceso de fermentación láctica en el yogurt con los parámetros establecidos en la normativa vigente.

El análisis fisicoquímico yogurt para el análisis de acidez se realizó con la prueba de titulación donde se obtuvo 85 °D, el cual se encuentra dentro de los parámetros que asegura la presencia de ácido láctico responsables de las características sui generis del yogurt (consistencia, aroma y sabor).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De los resultados experimentales obtenidos y del análisis realizado durante el desarrollo del trabajo de aplicación, se concluye lo siguiente:

- a) Se logró asegurar desarrollo de la fermentación láctica para la obtención de yogurt a través de una cámara fermentadora artesanal.
- b) Se logró a través de la cámara fermentadora artesanal, asegurar los parámetros de tiempo y temperatura, y permitió que se alcance la acidez deseable para el yogurt y con ello asegurar sus características y la vida útil del producto en anaquel.
- c) Los resultados de los análisis fisicoquímicos (pH y acidez), en yogurt obtenido en la cámara fermentadora artesanal son aceptable en relación de los parámetros exigidos por la normativa vigente.

Recomendaciones

- a) Calibrar los instrumentos de medición de parámetros de control.
- b) Durante el proceso de fermentación, tener presente las Buenas prácticas de Manufactura, para obtener un producto de calidad, para garantizar la producción de un producto inocuo y seguro para los consumidores.
- c) Para la elaboración del producto, se debe usar la indumentaria correcta (botas, guardapolvo, mascarilla, cofia).
- d) Cumplir con las normas sanitarias vigentes de fabricación y almacenamiento de productos terminados.
- e) Aplicar el Sistema HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control) en los procesos productivos, permiten las posibilidades de vender los productos a clientes con estándares de calidad de excelencia.

Referencias Bibliográficas

Malajovich, M. (2012). *Biotecnología*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

INDECOPI (2008). *Norma Técnica Peruana NTP 202.092:2008. Leche y productos lácteos. Yogurt*. Requisitos. 4ta Edición. Lima: INDECOPI.

INDECOPI (2004) *Norma técnica peruana– NTP 202.092 - 2004 Para la leche y productos lácteos. Yogurt o requisitos*. Lima: INDECOPI.

Contreras Del Águila, Cecilia (2017). *Propuesta de una Plan Haccp para la línea de yogurt de la planta piloto de leche ABC*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Huayta Socantaype, Edy (2015). *Perfil de la instalación de una planta para la elaboración de yogurt artesanal*. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Sánchez Omaña, Z. y Alonso Cano, M. (2014). *Atomización del Proceso de Frutado y Batido de Yogurt Empleando un Controlador Lógico Programable y una Interface Hombre-Máquina*. Tesis para optar la licenciatura en Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería Área Académica de Computación y Electrónica.

Puelles León, Claudia (2015). *Efecto de la adición de hidrolizado de tilapia (*oreochromis niloticus*) sobre las características fisicoquímicas del yogurt batido base e influencia de mermelada de kiwi (*actinidina deliciosa*) sobre la aceptabilidad general del yogurt batido saborizado*. Tesis para optar el título de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.

Ríos Arancibia, Carlos (2018). *Efecto del cultivo láctico sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y aceptabilidad general en yogurt batido de leche de cabra (Capra hircus) saborizado*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego.

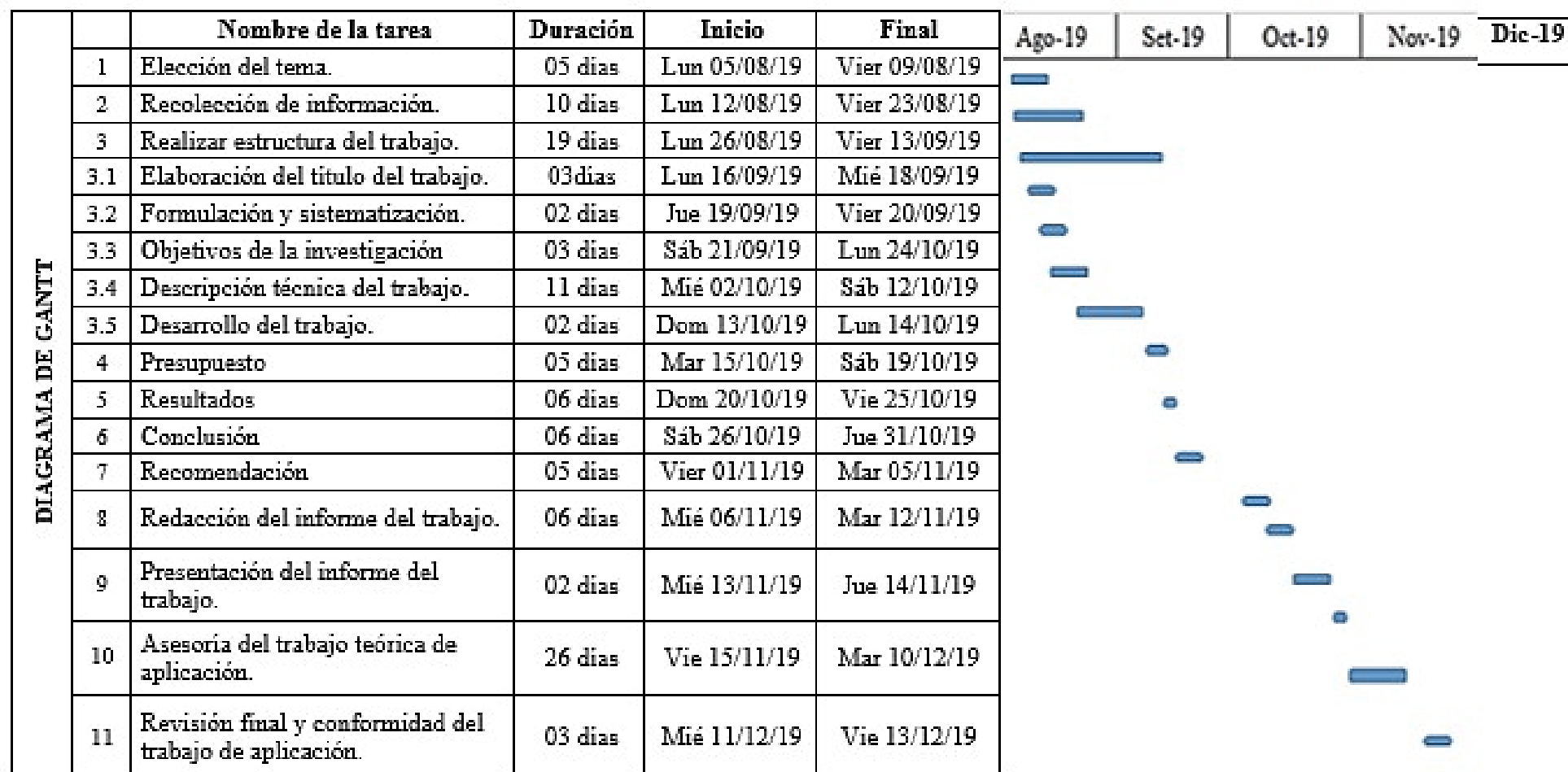
Wu, Q., and Shah, N. P. (2016). *Alta producción de ácido γ -aminobutírico a partir de bacterias del ácido láctico: énfasis en *Lactobacillus brevis* como iniciador lácteo funcional*. Extraído el 03 de diciembre del 2019. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01876>

Manilópez, E., Palou, E., and Lópezmallo, A. (2014). *Viabilidad probiótica y estabilidad de almacenamiento de yogures y leches fermentadas preparadas con varias mezclas de bacterias de ácido láctico*. Extraído el 04 de diciembre del 2019. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03133>

APÉNDICE

Apéndice A

Cronograma de actividades (Diagrama de Gantt)



Apéndice B

Cronograma de Presupuesto

Costo directo

En la Tabla siguiente, se detalla los costos directos para la construcción de la cámara fermentadora de yogurt.

Tabla 1

Costo directo de los materiales para la cámara fermentadora de yogurt.

COMPONENTE	PARÁMETRO	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO TOTAL S/.
Arduino Mega 2560	----	1	50.00	50.00
Teclado Matricial 4x4	----	1	10.00	10.00
Cable Automotriz	GPTXM	6	0.50	3.00
Cable Unipolar x Mtro	CA- UNI	15	0.20	3.00
Ventilador 5CMX5CMX1.5M	12 VDC0.09 AMP BOXER YM-1205	1	4.50	4.50
Pantalla LCD 16x2	----	1	20.00	20.00
Sensor LM 35-PCB	----	1	3.00	13.00
MOC	3021	4	1.00	4.00
TRIAC	BT 136	4	1.50	6.00
Cable Jumper para Protoboard Male- Male	A	1	5.00	5.00
Cable con Conectores Macho 15 cm	JUMP15- M-P	1	4.50	5.00
Resistencias	360 Ohmios	4	0.5	0.20
	100 Ohmios	4	0.5	0.20
Lámpara Incandescente	220Vac / 100 Watts	4	1.50	6.00
Batería	5Vdc	1	9.00	9.00
Tomacorriente	220Vac	1	5.00	2.00
Estructura de madera Alto 50cm Ancho 50 cm	---	1	100.00	100.00
Tecknopor	---	5	3.50	17.50
Vidrio templado Alto 20 cm Ancho 15 cm	---	1	50.00	50.00
Silicona	Delgada	15	2.50	37.50
Papel aluminio	---	1	5.00	5.00
Cinta de aluminio	---	1	26.00	26.00
Mano de obra	---	1	----	250.00
	TOTAL			S/. 626.90

En la Tabla 2 siguiente, se detalla los costos directos para la elaboración del yogurt.

Tabla 2

Costo directo de los insumos para la elaboración de yogurt.

INSUMOS	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
Leche UHT	2 l.	3,50	7,00
Leche en polvo	250 g.	2,50	2,0
Cultivos lácticos	80 l	12,00	12,00
Azúcar	1 kg.	2,80	2.80
TOTAL			S/. 24,30

Costo indirecto

En la Tabla siguiente, se indica el costo indirecto de los materiales a utilizar durante la realización del trabajo de aplicación.

Tabla 3

Costo indirecto de los materiales/otros a utilizar durante la realización del trabajo de aplicación.

MATERIALES / OTROS	CANTIDAD	COSTO S/.	TOTAL
Envase de plástico.	10 unidad	0,30	3,00
Sorbato de potasio.	5 g	12,00	0,06
Internet.	6 horas	6,00	6,00
Fotocopia.	50 hojas	5,00	5,00
Combustible.	30 min	0,30	1,30
Otros (agua).	3 litros	0,30	0,90
TOTAL			S/. 16,30

Se obtiene como resultado de la suma del total del costo directo e indirecto es S/ 667.50.

Apéndice C

Imágenes



Imagen 20. Presentación de la cámara fermentadora



Imagen 21. Ensayo en la cámara fermentadora

Apéndice D

Diseño y construcción del equipo de cámara de fermentación artesanal

CONTENIDO

I. Introducción

II. Diseño y elección de las piezas

- 2.1 Plano y distribución de piezas
- 2.2 Arduino y sus características
- 2.3 Display 2x16
- 2.4 Teclado Matricial 4x4
- 2.5 Sensor de temperatura LM 35
- 2.6 Ventiladora de 12Vdc
- 2.7 Opto acoplador 3021
- 2.8 Triac BT 136
- 2.9 Lámpara Incandescente 220Vac

III. Etapas de la construcción de la cámara fermentadora artesanal para yogurt

- 3.1 Flujograma del proceso para la cámara fermentadora
- 3.2 Recepción del material
- 3.3 Cortado de la madera melamina
- 3.4 Armado y atornillado
- 3.5 Diseño del circuito
- 3.6 Instalación de circuito eléctrico y focos
- 3.7 Medición, corte y pegado del tecnopor
- 3.8 Colocado de vidrio templado

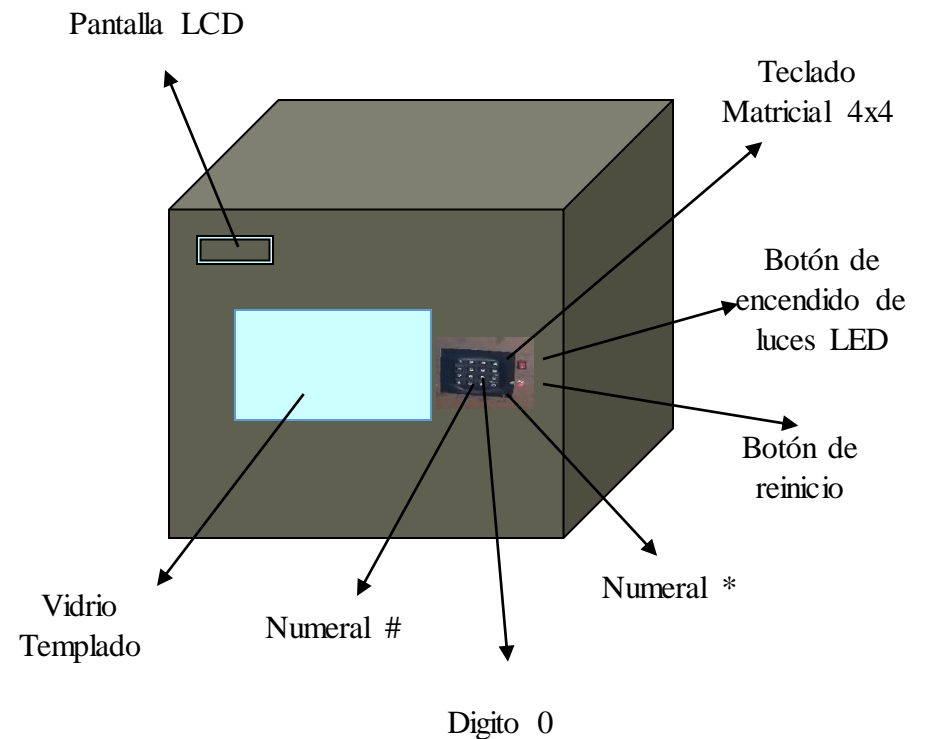
IV. Botones de mando del equipo

4.1 Botones de mando

- Reinicio
- Luz LED

4.2 LPC de temperatura y tiempo

4.3 Teclado Matricial 4x4



V. Procedimiento del uso del equipo

Paso 1: Conectar el interruptor a la energía eléctrica, revisando que el cable se encuentre sin defectos (roto, dañado, etc.)

Paso 2: Se presiona el botón de mando que se encuentra al lado derecho del teclado matricial.

Paso 3: Para digitar la temperatura deseada se antepone el cero y luego los dos números seguidos, por ejemplo, 042° C al terminar de digitar se coloca el numeral #.

Paso 4: Luego automáticamente se prenderán los focos y se tiene que esperar por un periodo de seis horas sin mover el producto.

VI. Seguridad del uso

Para la manipulación del equipo, no se requiere el uso de Epp (Equipos de Protección personal), sin embargo, se requiere cumplir con ciertas normas de seguridad como:

- No conectar el equipo con las manos mojadas
- Mantener en la posición vertical del equipo al ser transportado.
- Trasladar el equipo entre dos personas para evitar caídas y golpes al equipo y a las personas alrededor.
- No tocar los focos durante su funcionamiento (riesgo de quemaduras)

Introducción

Este equipo se realiza por la necesidad que se presenta en la carrera profesional de Industrias Alimentarias, del Instituto Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, de contar con una cámara de fermentación artesanal, para el módulo de Tecnología de productos lácteos y derivados, de forma que se asegure el proceso de fermentación láctica, en especial de productos lácteos, estableciendo para ello, los parámetros de control pertinentes en la fermentación de los cultivos lácticos para el desarrollo del yogurt.

De tal manera que nuestra cámara esté diseñada con 4 focos que van a generar calor de acuerdo a la temperatura requerida por el usuario; por ejemplo si se requiere que la temperatura llegue hasta los 42 °C, el sistema va a llegar exactamente a esa temperatura requerida, pero en el proceso de elevar la temperatura con el calor generado por los focos, ésta apagará también algunos focos para que no sobrepasen la temperatura deseada (42 °C) por el usuario que es digitada en el teclado matricial “4x4” con la tecla (#). Este proceso de elevar y mantener la temperatura a (42°C) se visualiza en la pantalla “LCD 2x16”.

Además, es importante saber que nuestro equipo permitirá a los estudiantes y egresados, promover un enfoque emprendedor mediante la generación de microempresas; dinamizando la economía en el instituto, y en los hogares de los participantes.

II. Diseño y elección de las piezas

2.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega 2560.

Dispone de 54 entradas/salidas digitales, 14 de las cuales se pueden utilizar como salidas PWM (modulación de anchura de pulso). Además, dispone de 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertas series), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector ICSP y un pulsador para el reset.

Para empezar a utilizar la placa sólo es necesario conectarla al ordenador a través de un cable USB, o alimentarla con un adaptador de corriente AC/DC. También, para empezar, puede alimentarse mediante una batería.

Las características principales son:

- ✓ Microprocesador ATmega2560
- ✓ Tensión de alimentación (recomendado) 7-12V
- ✓ Integra regulación y estabilización de +5Vcc
- ✓ 54 líneas de Entradas/Salidas Digitales (14 de ellas se pueden utilizar como salidas PWM)
- ✓ 16 Entradas Analógicas

- ✓ Máxima corriente continua para las entradas: 40 mA
- ✓ Salida de alimentación a 3.3V con 50 mA

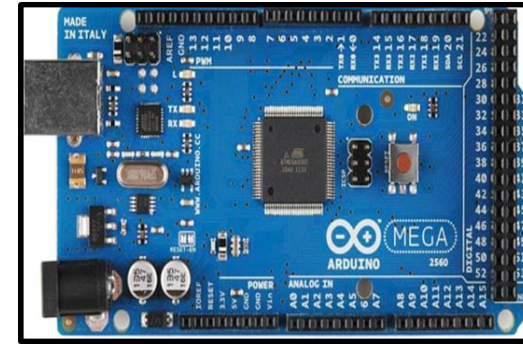


Figura 4. Diseño de la tarjeta Arduino Mega 2560.

2.2 Display 2x16

El LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento.

En el caso de un LCD de 16x2, esto quiere decir que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una. Los píxeles de cada símbolo o carácter, varían en función de cada modelo.



Figura 5. Pantalla de cristal para la visualización de información

2.3 Teclado Matricial 4x4

Un teclado matricial es un simple arreglo de botones conectados en filas y columnas, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Un teclado matricial 4x4 solamente ocupa 4 líneas de un puerto para las filas y otras 4 líneas para las columnas, de este modo se pueden leer 16 teclas utilizando solamente 8 líneas de un microcontrolador.

Asumiendo que todas las columnas y filas inicialmente están en alto (1 lógico), la pulsación de un botón se puede detectar al poner cada fila a en bajo (0 lógico) y checar cada columna en busca de un cero, si ninguna columna está en bajo entonces el 0 de las filas se recorre hacia la siguiente y así secuencialmente.



Figura 6. Teclado matricial para poner el número de pines requeridos.

2.4 Sensor de temperatura LM 35

El LM35 es un circuito electrónico sensor que puede medir temperatura. Su salida es analógica, es decir, te proporciona un voltaje proporcional a la temperatura. El sensor tiene un rango desde -55°C a 150°C . Su popularidad se debe a la facilidad con la que se puede medir la temperatura.

Incluso no es necesario de un microprocesador o microcontrolador para medir la temperatura. Dado que el sensor LM35 es analógico, basta con medir con un multímetro, el voltaje a salida del sensor.

Para convertir el voltaje a la temperatura, el LM35 proporciona 10mV por cada grado centígrado. También cabe

señalar que ese sensor se puede usar sin offset, es decir si medimos 20mV a la salida, estaremos midiendo 2°C.

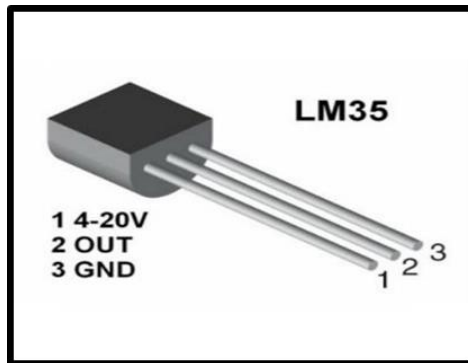


Figura 7. Sensor para medir la temperatura.

2.5 Ventiladora de 12Vdc

Dispositivo de flujo de aire que enfriará el sistema con las siguientes características:

- Tensión: 12 VCC
- Voltaje Operativo: 10.2 a 13.8V
- Potencia: 3W
- Corriente: 190 mA
- Ruido: 39.5 dB
- Velocidad: 2400 rpm
- Flujo de Aire: 80.11 CFM

- Cojinete: Fricción
- Peso: 205 gr
- Material Chasis: Plástico



Figura 8. Ventilador para dispersar la temperatura.

2.6 Opto acoplador 3021

Un opto acoplador, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente opto electrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, una foto emisor y una foto receptora cuya conexión entre ambos es óptica.

Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

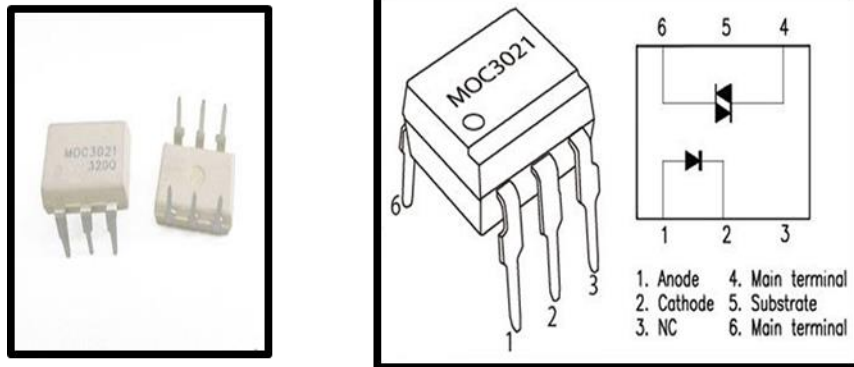


Figura 9. Opto acoplador 3021.

2.7 Triac BT 136

Una gama de TRIAC (los triodos para corriente alterna se conocen también como tiristores bidireccionales). Se utilizan en aplicaciones de control y conmutación ac con corrientes nominales desde menos de 1A hasta 40A rms. Un TRIAC actúa como un práctico conmutador para un circuito de corriente alterna.

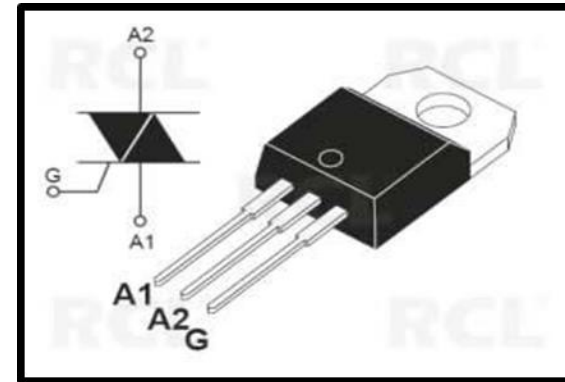


Figura 10. Triac Bt 136

2.8 Lámpara Incandescente 220Vac

Lámpara incandescente. Se denomina lámpara incandescente o bombilla de luz al dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por Efecto Joule de un filamento metálico, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica.

Desde que fueran inventadas, la tecnología ha cambiado mucho produciéndose sustanciosos avances en la cantidad de luz producida, el consumo y la duración de las lámparas. Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un

filamento hasta que este alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano.



Figura 11. Lámpara incandescente 220 Vac

III. Etapas de la construcción de la cámara fermentadora artesanal para yogurt

3.1 Flujograma del proceso para la cámara fermentadora

En la Imagen 22, se muestran los pasos tenidos en cuenta para el diseño y elaboración de la cámara fermentadora para yogurt, con materiales de melamina y Tecnopor.

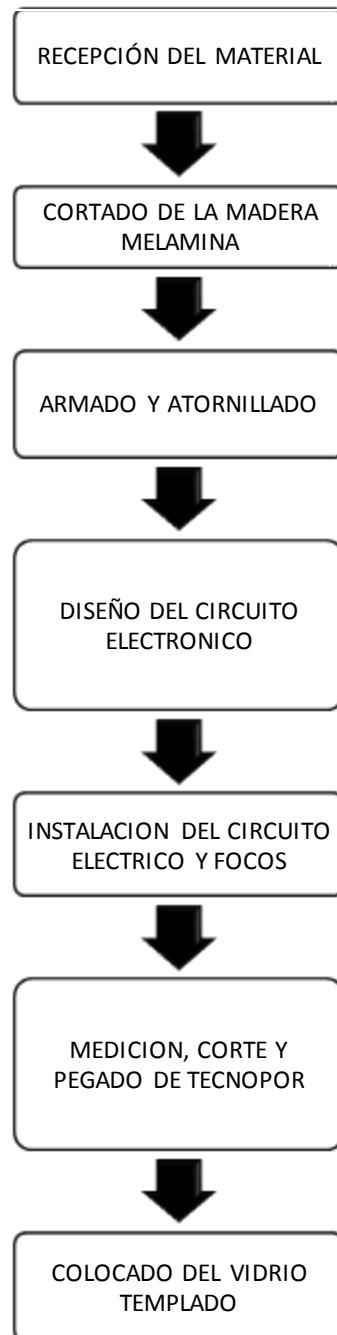


Imagen 22. Flujograma del proceso para la cámara fermentadora (Elaboración propia)

3.2 Recepción del material

En este proceso compramos la madera melamina.

1.5 mm de espesor

50 de ancho x 50 de largo



Figura 12. Muestra de madera de melamina.

3.3 Cortado de la madera melamina

En este proceso medimos la madera y procedimos a cortarla.



Figura 13. Cortes de la madera en tamaños iguales.

3.4 Armado y atornillado

En este proceso una vez cortado, procedemos a armar las partes, atornillando cada lado y formando una caja. En este proceso armamos la caja de melamina dando la forma de un Cuadrado.



Figura 14. Caja de melamina en forma de un Cuadrado

3.5 Diseño del circuito electrónico

En este proceso, contamos con la ayuda de un estudiante de la carrera de electrónica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de las Fuerzas Armadas, para realizar el circuito electrónico en un diagrama pictórico.

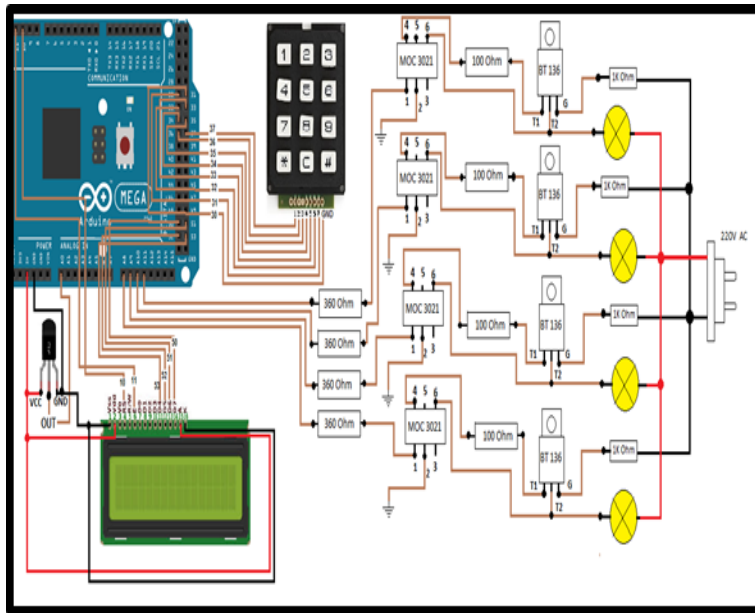


Figura 15. Diseño del circuito electrónico.

3.6 Instalación de circuito eléctrico y focos

En este proceso instalamos en la caja el circuito eléctrico y los focos para calibrar la temperatura.



Figura 16. El circuito eléctrico y los focos instalados.

3.7 Corte y pegado del tecnopor

En este proceso medimos y cortamos el tecnopor para forrar por dentro, con la finalidad de mantener la temperatura óptima en el proceso de la fermentación del cultivo láctico

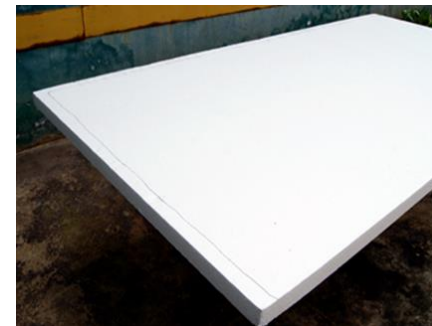


Figura 17. Tecnopor cortado en partes iguales.

3.8 Colocado de vidrio templado

En este proceso para finalizar, colocamos el vidrio templado que es de soporte para la temperatura.

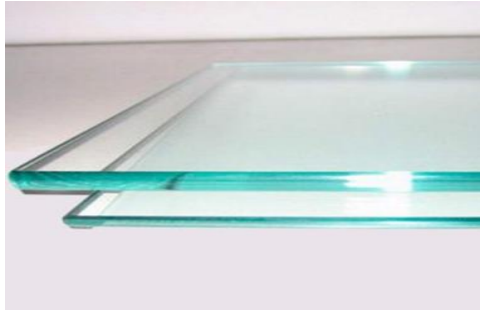


Figura 18. El vidrio templado.

IV. Botones de mando del equipo

4.1 Botones de mando

-Reinicio

Con este botón se reinicia la temperatura que se controló a cero.

-Luz LED

Con este botón se enciende y apaga las luces LED.

4.2 LPC de temperatura y tiempo

En esta pantalla se muestra la temperatura y tiempo a controlar.

4.3 Teclado Matricial 4x4

Con este teclado se ingresa los rangos de temperatura y tiempo.

