

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA-LEON
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**Elaboración de queso mozzarella con albahaca, optimizando su flujograma de proceso
a las condiciones de trabajo del área de producción de alimento del Laboratorio
Mauricio Díaz Müller de la UNAN-León**

Elaborado por:

- Br. Vinicius Eufemio Trejo Moreira

Tutor:

- MSc. Juana Mercedes Machado Martínez

Asesora:

- MSc. Bárbara Benita Gutiérrez Morales

León, Nicaragua. Noviembre 2017

“A la Libertad por la Universidad”



INDICE

| | | |
|------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | OBJETIVOS | 4 |
| | 2.1 Objetivo General | 4 |
| | 2.2 Objetivos Específicos | 4 |
| III. | MARCO TEÓRICO | 5 |
| | 3.1 La leche como materia prima | 5 |
| | 3.2 Composición y calidad de la leche | 5 |
| | 3.2.1 Proteínas de la leche | 6 |
| | 3.2.2 Carbohidratos (Lactosa) | 6 |
| | 3.2.3 Minerales..... | 6 |
| | 3.2.4 Agua | 7 |
| | 3.2.5 Grasa | 7 |
| | 3.3 El Queso..... | 7 |
| | 3.4 Clasificación de los quesos | 8 |
| | 3.4.1 Otros tipos de queso:..... | 10 |
| | 3.5 Proceso de Elaboración del Queso | 11 |
| | 3.5.1 Normalización..... | 11 |
| | 3.5.2 Pasteurización | 11 |
| | 3.5.3 Objetivos y condiciones de la pasteurización | 13 |
| | 3.6 Queso Mozzarella | 13 |
| | 3.6.1 Origen Inicio..... | 13 |
| | 3.6.2 Historia | 14 |
| | 3.6.3 Usos..... | 15 |
| | 3.6.4 Métodos de Fabricación | 15 |
| | 3.6.5 Conservación | 16 |
| | 3.6.6 Características Fisicoquímicas | 16 |
| | 3.6.7 Características Organolépticas | 17 |
| | 3.6.8 Cultivos para queso mozzarella..... | 17 |
| | 3.7 Albahaca..... | 17 |
| | 3.7.1 Características..... | 17 |
| | 3.7.2 La Albahaca en la Gastronomía..... | 18 |



| | |
|---|----|
| 3.7.3 Propiedades Medicinales | 18 |
| IV. DISEÑO METODOLÓGICO..... | 19 |
| 4.1 Instalaciones y equipamiento Industrial..... | 19 |
| 4.1.2 Equipamiento de mediciones:..... | 19 |
| 4.1.3 Utensilios de apoyo:..... | 19 |
| 4.1.4 Insumos:..... | 20 |
| 4.2 Métodos..... | 20 |
| 4.2.1 Acidez Titulable..... | 20 |
| 4.2.2 Ekomilk..... | 21 |
| 4.3 Metodología..... | 22 |
| 4.3.1 Tipo de Estudio, Localización y Duración..... | 22 |
| 4.3.2 Caracterización de la materia prima..... | 22 |
| 4.3.3 Optimización del flujo tecnológico..... | 22 |
| 4.3.4 Caracterización del producto final..... | 22 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 24 |
| 5.1 Caracterización de materia prima..... | 24 |
| 5.2 Optimización del Flujo Tecnológico..... | 25 |
| 5.4 Encuesta de opinión..... | 30 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 32 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 33 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA..... | 34 |
| IX. ANEXO No. 1: TABLAS..... | 36 |
| Tabla No. 1: Características Organolépticas de Materia Prima..... | 36 |
| Tabla No. 2: Caracterización Físico-Química de Materia Prima (EKOMILK-M)..... | 37 |
| Tabla No. 3: Características Organolépticas de Producto Final..... | 38 |
| Tabla No. 4: Tiempo de acidez y comportamiento del cuajo en el hilado..... | 39 |
| X. ANEXO No. 2: GRÁFICOS..... | 41 |
| 10.1 Grafico No.1: Flujograma de Procesos de Queso Mozzarella..... | 41 |
| 10.2 Gráficos No. 2: Percepción del Color del producto final..... | 42 |
| 10.3 Gráficos No. 3: Percepción del Sabor del producto final..... | 42 |
| 10.4 Gráficos No. 4: Percepción del Olor del producto final..... | 43 |
| 10.6 Gráficos No. 5: Percepción de Textura en producto final..... | 43 |



| | |
|---|----|
| 10.8 Gráficos No. 6: Evaluación en producto final | 44 |
| XI. ANEXO No. 3: DOCUMENTOS | 45 |
| Documento No. 1: Encuesta de opinión para evaluar el Producto final | 45 |
| Documento No. 2: Ficha Técnica del medio de cultivo utilizado para elaboración de queso mozzarella..... | 46 |
| XII. ANEXO No. 4: IMÁGENES DE PROCESO | 48 |



DEDICATORIA

Acto que dedico con profundo amor, respeto, orgullo y admiración por su desmedido y desinteresado esfuerzo en mi formación profesional.

A mis padres: Lourdes Clea Moreira
José Efraín Trejo Chandía

A mi hermano: Luiz Enrique Trejo Moreira

A mi novia: Alyson Tinoco

A mis demás hermanos, familiares, amigos y compañeros con mucho respeto y amor.



AGRADECIMIENTOS

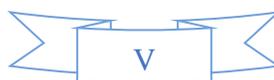
Dejo constancia de mi agradecimiento a mis padres José Efraín Trejo Chandia y Lourdes Clea Moreira por su firme y constante apoyo moral y económico durante la realización de mis estudios.

A la universidad UNAN-León, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales y concederme el privilegio de ser uno de sus hijos.

A todos los profesores de la carrera de alimentos por su contribución en mi formación profesional, especialmente a las profesoras Juana M. Machado y Bárbara Gutiérrez por sus acertadas sugerencias y orientaciones que hicieron posible la realización de este trabajo.

A mi novia Alyson Tinoco por su apoyo emocional y brindarme siempre su comprensión, cariño, amor y estar siempre a mi lado en esos momentos difíciles.

A los funcionarios de laboratorio por su excelente colaboración en este trabajo y a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la realización de esta investigación.





RESUMEN

El presente trabajo consistió en optimizar el flujograma de proceso de elaboración de queso mozzarella con adición de albahaca a las condiciones de trabajo del área de proceso de alimentos de la planta Mauricio Díaz Müller de la facultad de Ciencias Químicas de la UNAN-León, ubicado en el Complejo Docente de la Salud en la ciudad de León.

En el estudio se considera las normas técnicas obligatorias nicaragüense para elaboración de queso (NTON-03-022-99) y las de Buenas prácticas de manufactura (BPM), con el fin de obtener un producto de calidad higiénico sanitario, de características físico-químicas y organolépticas adecuadas.

Así mismo en el estudio se valoró las características físico-químicas y organolépticas de la leche como materia prima, se establecieron los parámetros de operación de las diferentes operaciones unitarias que conforman el flujograma de proceso de elaboración de queso mozzarella con adición de albahaca y la caracterización del producto terminado, este último apoyado por la aplicación de una encuesta de opinión, en la que se evaluó sus características organolépticas y su grado de aceptación. Resultados que destacaron un alto grado de aceptación.



I. INTRODUCCIÓN

La leche es un alimento esencial en la alimentación del ser humano, su importancia radica en su variada y compleja composición, conteniendo proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales esenciales para la vida animal; por lo que también se constituye en un producto natural de baja sustitución en la canasta familiar; pero al ser rápidamente perecible toma especial importancia al momento de ser aprovechada de la mejor manera posible por lo que es generalmente procesada.

Informe del Ministerio Agropecuario de marzo del año 2017 reporta una producción láctea de 263 millones de galones en el año 2016, de los cuales el 60% se destina a la venta de leche fluida y el resto queda en las fincas para el autoconsumo. Conforme ha ido avanzando la tecnología moderna de los alimentos, la industria láctea se ha ido incrementando, aprovechando mejor los diversos procesos industriales; así también estimulada por el crecimiento poblacional, cambio en los hábitos alimenticios y expansión de la industria.

La industria quesera nicaragüense, se ha desarrollado notablemente por el surgimiento de nuevas empresas y aplicación de nuevas tecnologías que fabrican productos con tendencias a exportación, convirtiéndose actualmente en uno de los principales 10 productos de exportación, alcanzando una producción promedio diaria de 1 millón de libras, sin embargo la mayoría de los productos lácteos que se producen en Nicaragua, en especial lo derivado como el caso los quesos son elaborados de forma artesanal, que implica generalmente falta de calidad higiénico-sanitario, que no satisfacen las exigencias del consumidor, por otro lado, en el mercado nacional no se encuentran ofertas de queso mozzarella que presente en su composición hierbas aromáticas que mejoren sus características organolépticas.



Nicaragua es el principal productor de leche en Centro América, extraoficialmente La Cámara Nicaragüense del Sector lácteo (CANISLAC) estima una producción diaria de 4 millones de litros, que generan un ingreso anual de 200 millones de dólares por exportación de lácteos convirtiéndose este sector en uno de los principales aportadores de la economía nacional. Sin embargo, la industria láctea formal apenas acopia entre el 16% al 20% el resto está en manos del sector artesanal, o sea que el 84% de la producción láctea nacional está en manos de pequeños y medianos productores rurales.

Este sector de productores enfrenta muchas limitantes tales como el desconocimiento de tecnologías para la transformación industrial, deficiente capacidad industrial láctea instalada, lo que hace que la capacidad de transformación sea deficiente y no le permite obtener procesos productivos competitivos.

En los mercados nacionales se encuentran productos de diversas calidades carentes de identificación y estandarización, con deficiente empaquetado y sin ninguna certificación sanitaria para que el consumidor tenga confianza sobre el mismo.

El presente trabajo tiene como objetivo optimizar un flujograma de proceso de queso mozzarella a las condiciones del laboratorio M.D.M de la UNAN-León, mejorando sus características organolépticas, a través del uso de un producto natural, como la albahaca, que proporciona un sabor y olor agradable a fin de mejorarlo y poner a disposición de los consumidores un producto lácteo nutritivo con calidad higiénico sanitario según las NTON-03-027-17, así mismo en este trabajo monográfico se pretende ofrecerle una alternativa de línea de producción al laboratorio M.D.M, al igual que un espacio pedagógico para el desarrollo de las competencias de la microprogramación del componente curricular de tecnología en Lácteos de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

El presente trabajo se justifica, porque consiste en la preparación de un producto (queso Mozzarella), con un aditivo natural, elaborado con las normas de higiene, que se convierte en una nueva línea de producción del laboratorio, que puede ser ofrecido al mercado nacional.



H1: La optimización del proceso tecnológico del queso mozzarella con la incorporación de albahaca por un lado mejorará las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del queso mozzarella.

H0: La optimización del proceso tecnológico del queso mozzarella con la incorporación de albahaca no mejorará las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del queso mozzarella.



II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaborar queso mozzarella con albahaca, optimizando su flujograma de proceso a las condiciones de trabajo del área de producción de alimento del Laboratorio Mauricio Día Müller, de la UNAN-León, en el periodo de agosto a noviembre del año 2017.

2.2 Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar la leche como materia prima, para elaboración de queso mozzarella con albahaca, determinando sus características organolépticas, así como acidez, pH, densidad, contenido de Grasa y Proteínas y Solidos no grasos (SNG).
- 2) Definir flujograma de proceso de elaboración de queso mozzarella, adaptado a las condiciones del laboratorio de producción MDM, determinando los parámetros de operación que permitan obtener un producto con calidad Higiénico-Sanitario.
- 3) Determinar las características Organolépticas del producto final, a través de una encuesta de opinión del queso mozzarella elaborado.



III. MARCO TEÓRICO

3.1 La leche como materia prima

En 1909 en el Congreso Internacional para la Represión del fraude definió a la leche como: el producto integral del ordeño total e ininterrumpido de una hembra lechera sana, bien alimentada y no agotada, recogida con limpieza y que no contiene calostro. Leseur, R. (1993).

La NTON-03-022-99, define leche como el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por ordeño diario, higiénico e ininterrumpido.

3.2 Composición y calidad de la leche

La composición de la leche varía de una especie a otra. En la mayoría de países, la principal fuente de leche proviene de la vaca. No obstante, otros animales tales como las cabras, ovejas, búfalos y camellos también son criados para aprovechar su leche, particularmente en las zonas tropicales. En el siguiente cuadro se muestra la composición de la leche de diversos mamíferos.

Composición de la leche de diversos mamíferos

| Componentes | Humana | Vaca | Cabra | Oveja | Búfala |
|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Agua (%) | 87.43 | 87.20 | 87.00 | 80.7 | 82.0 |
| Grasa (%) | 3.75 | 3.70 | 4.25 | 7.00 | 7.98 |
| Proteína (%) | 1.63 | 3.50 | 3.52 | 5.23 | 4.0 |
| Lactosa (%) | 6.98 | 4.90 | 4.27 | 4.81 | 5.18 |
| Minerales (%) | 0.21 | 0.70 | 0.86 | 0.90 | 0.78 |

Fuente: FAO (1990)



Como alimento, la leche proporciona no sólo calorías, sino también sales minerales, proteínas, carbohidratos y vitaminas. Las sales minerales, principalmente el calcio y el fósforo, juegan un papel importante en la vida de los niños, pues los huesos se forman a partir de estos nutrimentos (Revilla, 1983).

3.2.1 Proteínas de la leche

Desde el punto de vista nutricional, la leche representa una fuente de proteínas de alta calidad. Están constituidas principalmente por la caseína, además de cantidades menores de otras proteínas como la albúmina y la globulina, que resultan esenciales para prevenir enfermedades en los jóvenes. Éstas dos últimas se pierden en el suero en el proceso de elaboración del queso, mientras que la caseína se coagula y permanece en los sólidos de la leche (Revilla, 1983).

3.2.2 Carbohidratos (Lactosa)

La lactosa es el principal azúcar presente en la leche, y le confiere su sabor dulce característico. Algunos individuos no toleran la lactosa, principalmente en aquellos países donde los productos lácteos no se incluyen en la dieta tradicional. La lactosa resulta igualmente importante en la producción de yogur y queso. Al fermentarse, deriva en ácido láctico y la leche se torna agria. El incremento en la acidez produce la coagulación de la caseína (Madrid, 1996).

3.2.3 Minerales

La leche contiene importantes minerales, tales como el calcio y el fósforo que son esenciales para el crecimiento, en especial para el cambio de dientes y el fortalecimiento de los huesos. En menor proporción, también se encuentran presentes otros minerales, tales como, potasio, cloro, sodio y magnesio (http://www.infocarne.com/bovino/composición_leche.asp#1. En línea 10/06/2001).



3.2.4 Agua

La leche registra un contenido promedio de agua del 87%. A este nivel se disuelven los componentes de la leche solubles en agua, entre los que se incluyen vitaminas tales como los complejos B y C. En la medida que la mayor parte de la leche está conformada por agua, la separación de ésta reduce su volumen de manera significativa, contribuyendo a superar los problemas de transporte y de almacenado, al existir menos cantidad de agua y más sólidos lácteos totales.

3.2.5 Grasa

El valor económico de la leche se ve afectado por su contenido de grasa. Por lo general, los esquemas de comercialización de este producto se basan en el nivel de grasa que ésta registra. La leche con un alto contenido de grasa es cremosa, suave y produce una mayor cantidad de mantequilla y queso. Contiene, más vitaminas liposolubles tales como las A, D y E, además de constituir una buena fuente de energía (Madrid, 1996). La grasa de la leche constituye la fuente a partir de la cual se forman algunos componentes que son los responsables en parte del aroma, el bouquet y la textura de los quesos, sobre todo en aquellos que tienen que someterse a un proceso de maduración. La influencia de la misma en las características depende no solamente de la variedad del queso elaborado, sino también de las propiedades y composición de la misma. El efecto en los quesos con bajos contenidos de grasa se ve reflejado en el sabor y el aroma; además, tienden a secarse y endurecer rápidamente (Scott, 1991).

3.3 El Queso

El queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, que se obtiene de la leche entera, de la leche total o parcialmente desnatada, de la nata, del suero, de mantequilla o mezcla de algunos de estos productos por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, seguida del desuerado del coágulo obtenido o cuajada. (Real Decreto 1113/2006).

Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:



- a) Coagulación total o parcial de las siguientes materias primas: Leche, y/o productos obtenidos de la leche por efecto del cuajo u otros coagulantes idóneos y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación.
- b) Técnicas de elaboración que permitan la coagulación de la leche y /o de productos obtenidos de la leche y queda un producto final que posee las mismas características físicas químicas y organolépticas que el producto definido. (NOTN 03 065 06.).

Según la FAO. (2000), el queso es un alimento concentrado que contiene prácticamente todos los nutrientes esenciales presentes en la leche cruda. Puede ser fresco o haber pasado por un proceso de maduración. Para elaborarlo se coagula la leche y se retira el suero. La coagulación puede llevarse a cabo por diversos métodos. De éstos, el más común es añadir la cuajada, una enzima natural que se encuentra en el cuarto estómago de un rumiante. En algunos casos, la leche se coagula agregándole un ácido, como el vinagre o los extractos de enzimas vegetales.

Según Farmacia.us.es (2002), señala que queso es, en esencia, una forma concentrada de leche que se obtiene por coagulación de la caseína. Ésta atrapa a la mayor parte de la grasa y parte del azúcar de la leche (lactosa), del agua y de las proteínas del suero (albúmina y globulinas). La mayoría del agua y de las sustancias solubles en la misma se eliminan con el suero durante las manipulaciones que se efectúan con la cuajada. Todos los quesos se fabrican con leche, aunque no siempre procedente de vaca. La leche se coagula con ácido o con cuajo (renina) y del coágulo formado se separa el suero. Lo que suceda después determinará el tipo de queso

3.4 Clasificación de los quesos

Existen en el mercado una gran variedad de quesos, los criterios para su clasificación son diversos, sin embargo, los más más usados son: Por su forma de elaboración, contenido de grasa, consistencia de la pasta, contenido de humedad, por el período de maduración y por el tipo de leche utilizada.



La FAO/OMS Clasifica los quesos según la humedad en el queso desgrasado (%H/QD) y según la materia grasa en la materia seca (%MG/%MS). En las siguientes categorías.

Cuadro 1. Clasificación de Quesos según la humedad en el queso desgrasado y según la materia grasa en la materia seca.

| %H/QD | Clase | %MG/MS | Clase |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|
| Menor de 51 | Extra duro | Mayor de 60 | Extra graso |
| 49 - 56 | Duro | 45-60 | Graso |
| 54-63 | Semiduro | 25-45 | Semi graso |
| 61-69 | Semi blando | 10-25 | Bajo cont. grasa |
| Mayor de 67 | Blando | Menos de 10 | Muy bajo en grasa |

Y también define los siguientes quesos: Queso sometido a maduración, como el queso que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos para el queso en cuestión

Queso madurado por mohos. Es un queso curado en el que la maduración se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por todo el interior y/o sobre la superficie del queso.

Queso sin madurar. Es el queso que está listo para el consumo poco después de su fabricación.

Gavilánez, S. citado por Fajardo B.M. (1992), señala que hay 18 tipos de quesos y más de 400 nombres que los aplican a estos, pero pueden clasificarse en dos grupos: los duros y los blandos: entre los duros se tienen los muy duros que se clasifican con la presencia o no de ojos (Parmesano y Emmental), los semiduros se clasifican, por el tipo de fermento utilizado para la maduración, con bacterias (Andino y Tilsit) y hongos (Roquefort); en tanto que los quesos blandos se clasifican en: madurados por bacterias y hongos y los no madurados.



También se clasifican desde varios puntos de vista: por el tipo de leche (vaca, oveja, cabra, etc.), por el tipo de coagulación (cuajo, acidez y mixto), por el porcentaje de agua en duros con 38%, semiduros con 40% y blandos con 50% de humedad; por el porcentaje de grasa en: grasos, semi grasos y magros.

Existen más de 2000 nombres de quesos y unas 400 clases, sin embargo, es posible clasificarlos en cuatro grupos: blandos, semiblandos, duros y muy duros. También se los puede clasificar de acuerdo al animal del que provino la leche, de la composición química, del proceso de maduración o sabor del queso. También es posible clasificarlos en: queso de pasta dura, pasta firme consistente y pasta firme semiconsistente. Así como en quesos blandos, quesos no maduros, quesos de leche fermentada, quesos fundidos y quesos de pasta cocida. (Revilla, M.1996).

3.4.1 Otros tipos de queso:

3.4.1.1 Quesos Fundidos

Obtenidos por mezcla, fusión y emulsión, con tratamiento térmico, de una o más variedades de queso, con inclusión de sales fundentes para favorecer la emulsión. Pudiéndose añadir además leche, productos lácteos u otros, como hierbas aromáticas, salmón, anchoas, nueces, avellanas, ajo, etc. Cuando en la etiqueta aparece la leyenda "para untar" o "para extender", el extracto seco total no llegará al 50%.

3.4.1.2 Quesos de suero

Producto obtenido por precipitación por medio del calor, y en medio ácido, de las proteínas del suero del queso, para formar una pasta blanda. (Requesón, Ricota).

3.4.1.3 Quesos de pasta hilada

La cuajada una vez rota se deja madurar en el mismo suero durante un tiempo para que adquiera la aptitud de hilatura como consecuencia de una desmineralización por pérdida de calcio de la masa sólida (Mozzarella, Provolone, Caciocavallo Silano).



3.5 Proceso de Elaboración del Queso

Según Dubach A. (1988), los procedimientos para la fabricación del queso han variado, de acuerdo con los nuevos tipos de quesos que han surgido, pero los principios básicos de la quesería son los mismos que hace 2000 años dando mínimos cambios. Las etapas de elaboración de quesos son las que se señalan a continuación:

- Preparación de la leche mediante la pasteurización y/o maduración.
- Coagulación de la leche.
- Corte de la cuajada
- Moldeo de la cuajada
- Salado del queso
- Maduración del queso

3.5.1 Normalización

El procedimiento de producción de un tipo de queso, casi siempre, indica el porcentaje de grasa que debe tener la leche de la cual se va a obtener el queso. Por esta razón, algunas veces se tiene que reducir o aumentar el contenido de grasa de la leche normal, ya sea descremando, mezclando diferentes leches o añadiendo crema (Revilla. M, 1996).

3.5.2 Pasteurización

Warner, O. (1980), dice que la producción moderna de la mayoría de los quesos es hecha con leche pasteurizada porque la misma presenta las siguientes ventajas:

- Destruye todos los microorganismos patógenos, los coliformes, las levaduras, la mayoría de los saprofitos, con excepción de los esporulados. como el clostridium.
- Facilita el desarrollo de los microorganismos inoculados permitiendo obtener quesos de calidad más uniformes.



- Aumenta ligeramente el rendimiento de la leche en quesos; sobre todo si la pasteurización se efectúa a 80° C o más, porque la lacto albumina y la lacto globulina se coagulan y quedan retenida en la cuajada formada por la caseína. El incremento en rendimiento puede llegar hasta 5% del nitrógeno total.
- Hay mayor retención de grasa en el queso.
- Destruye o inactiva la mayoría de las enzimas de la leche.
- Permite madurar los quesos a temperaturas más altas que las usadas para los quesos elaborados con leche cruda.
- Prolonga el período de conservación de los quesos.

Pero también, la pasteurización también trae consigo las siguientes desventajas:

- El calentamiento induce a la formación de una cuajada blanda debido a que rompe el equilibrio del fosfato de calcio, lo cual reduce la disponibilidad de calcio para la formación del complejo fosfo – paracaseinato de calcio. Si la pasteurización se efectúa cerca de 75°C/15 s, la deficiencia de calcio disponible puede ser corregida mediante la adición de un máximo de 0.02 por ciento de cloruro de calcio con relación al peso de la leche, o sea 20 g por cien kilogramos de leche. Un exceso de calcio en la leche puede dar origen a un queso amargo.
- La precipitación parcial de las proteínas del suero dificulta el desuerado, debido a que estas proteínas fijan el agua y pueden afectar la maduración del queso.
- El calentamiento libera radicales sulfhídricos (SH-) de las proteínas solubles y estos dificultan el crecimiento de los microorganismos del cultivo láctico y por ende retarda el proceso de maduración.
- El aroma y la textura de ciertos quesos hechos con leche cruda no pueden obtenerse cuando son hechos con leche pasteurizada.

A pesar de los problemas que presenta la pasteurización es muy recomendable practicarla para proteger la salud del consumidor, ya que en los quesos frescos y de pasta blanda, elaborados de leche cruda, pueden sobrevivir o multiplicarse algunos microorganismos patógenos, salvo algunas excepciones (Revilla, 1996).



3.5.3 Objetivos y condiciones de la pasteurización

Desde el punto de vista higiénico, la pasteurización de la leche asegura el saneamiento del queso. Pero la cuestión de fondo que se plantea es saber si los gérmenes patógenos, en particular los bacilos tuberculosos, presentes en la pasta del queso no madurado, desaparecen o no después, en el curso de la maduración. En este caso, la pasteurización sería inútil. En efecto, todo el mundo está de acuerdo en la viabilidad de los gérmenes patógenos presentes en los quesos frescos, incluso en los muy ácidos, pero los investigadores no son, en cambio, unánimes en lo relativo a la resistencia de estos gérmenes en los quesos madurados. (Revilla, M.1996).

Sin embargo, un informe de A. E. Reed, sometido en 1948 a la Comisión Internacional de Quesos de la Federación Internacional de Lechería, se expresa

en los siguientes términos: «Se ha demostrado experimentalmente que algunos organismos patógenos que pueden existir en la leche podrían asimismo sobrevivir un largo tiempo en el queso, constituyendo una amenaza potencial para la salud de los consumidores». Finalmente, si la pasteurización de la leche se efectúa a una temperatura superior a 80 °C, la lacto albúmina y la lacto globulina coagulan y son retenidas por la caseína, en la cuajada, durante el desuerado, de lo que resulta un incremento sensible del rendimiento, puesto que normalmente alcanza el 4 y 5 %.

3.6 Queso Mozzarella

3.6.1 Origen Inicio

Murazzano y algunos otros lugares de la provincia de Cuneo. El término mozzarella, diminutivo de mozza, aparece mencionado por primera vez en un libro de cocina de 1570, y deriva del hecho de que la pasta se corta antes de trabajarla en la forma conocida.



5.6.2 Historia

En algunas provincias de la Campania y el Lacio se produce la mozzarella de búfala Campana utilizando exclusivamente leche de búfala criada en la zona y siguiendo un procedimiento particular de elaboración. Este es el tipo de mozzarella protegida por denominación de origen (DOP).

El consumo de mozzarella estaba hasta no hace mucho limitado a las propias zonas de producción, es decir, a las únicas áreas de Italia donde se crían búfalos, en las provincias de Salerno, Caserta, Latina y en algunas zonas de la Puglia.

Probablemente en tiempos de los romanos, la mozzarella producida procedería de leche de vaca, pero en los siglos X y XI se produjo un fenómeno de extensión de terrenos pantanosos, un hábitat ideal para el búfalo, cuya leche sustituyó poco a poco a la de vaca.

La Mozzarella es un queso no madurado conforme la norma general para el queso (CODEX STAN A-6 1978), se trata de un queso blando y elástico con una estructura fibrosa de largas hebras de proteína orientadas en paralelo sin restos de gránulos de cuajada. El queso no tiene corteza y se le puede dar diversas formas.

La Mozzarella de alto contenido de humedad es un queso blando con capas superpuestas que pueden formar bolsas que contengan un líquido de apariencia lechosa. Puede envasarse con o sin el líquido. El queso presenta una coloración casi blanca.

La Mozzarella de bajo contenido de humedad es un queso homogéneo/semiduro sin agujeros y puede desmenuzarse. La Mozzarella se elabora mediante el proceso de “pasta filata” que consiste en calentar el requesón con un valor de pH adecuado antes de someterlo al tratamiento subsiguiente de mezcla y estiramiento hasta que quede suave y sin grumos. Mientras el requesón esté caliente debe cortarse y colocarse en moldes para que enfríe en salmuera o agua refrigerada para que adquiera firmeza. Se permiten otras técnicas de producción, que garanticen un producto final con las mismas características físicas, químicas y sensoriales.



5.6.3 Usos

Según <http://es.wikipedia.org>. (2010), este queso fibroso es muy usado para la fabricación de pizzas, cuando está casi seco y en ensaladas, cuando es fresco. Para comer sin derretir, se acostumbra a preferir la mozzarella fresca, en forma de queso lechoso de pasta blanda. Cuando se encuentra bastante seco y maduro es frecuente que su "piel" se torne de color amarronado siendo entonces llamado "pasito".

3.6.4 Métodos de Fabricación

3.6.4.1 Fabricación Tradicional

Tradicionalmente se atribuye a los ostrogodos la introducción de búfalos en Italia. La mozzarella se puede elaborar también a partir de leche de oveja o de vaca. Como a casi todos los quesos, a partir de la leche fresca se le separa el suero por medio del cuajo y las bacterias ácido-lácticas, quedando por otra parte lo que se denomina como cuajada: los sólidos de la leche. En la elaboración de la mozzarella la cuajada, acidificada previamente y cortada en cubitos, se coloca en una gran cacerola con agua a más de 60° C, de tal forma que todos los cubos separados de la cuajada se vuelven a unir por efecto de la temperatura y la acidez adecuada. La apariencia de esta masa caliente es la de un gigantesco chicle brillante, capaz de estirarse un par de metros cuando está listo. Entonces se forman las famosas bolas de queso mozzarella o queso de mano como se denomina en Venezuela, estirando la masa e hilándola hasta formar un ovillo del tamaño conveniente que suele ser del tamaño de un puño chico y de forma semejante al de una pera. Artesanalmente es un trabajo muy arduo debido a la alta temperatura de trabajo con las manos. Finalmente, las bolas de queso son sumergidas en una salmuera fría que, por una parte, evitará que el queso pierda suero por el calor, poniendo fin a la acidificación por bacterias al enfriarlo, y por otra, terminará de agregarle la concentración de sal adecuada del queso mozzarella. <http://es.wikipedia.org>. (2010).



3.6.4.2 Fabricación Industrial

En la fabricación industrial al preparado de la leche se le añade un cultivo de bacterias purificado que cumple diversas funciones estructurales y organolépticas. dando de esta manera características únicas en lo que respecta a sus características físicas, químicas, textura y consistencia al producto final siempre y cuando la leche cumpla con todas las características y parámetros de calidad que se exige; se utilizan máquinas que se encargan de hilar la masa. <http://es.wikipedia.org>. (2010),

3.6.5 Conservación

La auténtica mozzarella se conserva solamente de dos a tres semanas.

3.6.6 Características Fisicoquímicas

La composición de un queso puede variar de acuerdo con varios factores en el caso particular del queso Mozzarella, estos pueden ser el proceso de elaboración, el origen de la leche, el cultivo, el tipo de maduración, etc. (Castillo, J. 2001).

Composición química del queso mozzarella

| Características | Mozzarella (Madrid, 1996) | Mozzarella (Furtado, 2001) |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Humedad | 60 – 61 % | 52 – 60 % |
| Grasa | 16 – 17 % | 20 – 22 % |
| Proteína | 19 – 20 % | 20 – 22 % |
| Carbohidratos | 1.0 % | 1.5 % |
| Minerales | 3.6 % | 3.8 % |
| Fuente: Furtado S (2001) | | |



3.6.7 Características Organolépticas

Consistencia semidura a semiblanda según el contenido de humedad, textura fibrosa, elástica y cerrada, color blanco amarillento, uniforme, sabor láctico, poco desarrollado a ligeramente picante, olor láctico, poco perceptible.

3.6.8 Cultivos para queso mozzarella

Los cultivos en los quesos tienen la función de brindar características particulares, tales como aroma, textura y sabor. Esto se debe a que posee bacterias específicas que desarrollan estas características mediante procesos de fermentación a través de la acción enzimática. Para la elaboración de queso Mozzarella se utiliza cultivos del tipo DVS, los cuales son cultivos lácteos altamente concentrados y estandarizados, además son congelados y secados a través del sistema de liofilización. Para la inoculación directa a la leche con este tipo de cultivos, se tienen la ventaja de no hacer activación previa a la inoculación por lo que se reduce el tiempo o proceso para la elaboración (Gutiérrez, 2001).

3.7 Albahaca

3.7.1 Características

La albahaca es una hierba anual, originaria de Persia y la India llegó a Inglaterra en el siglo xvi, traída al continente americano por los primeros pobladores y cultivada como perenne en climas tropicales, de bajo crecimiento entre 30 y 120cm, hojas opuestas, ovales, dentadas, de color verde lustroso, de textura sedosa miden de 3 a 11 cm de longitud y de 1 a 6 cm de ancho. Emite espigas florales terminales, con flores de color blanco o violáceo. Esta planta es muy sensible a las heladas, se cultiva por semillas o por esquejes, que se pueden sembrar en semilleros o en maceteros.

Ocinum basilicum, fue descrita por Carlos Linneo t publicado en 1753 en especies plantarum, El nombre genérico proviene del griego “o kimon” que significa oloroso y el nombre específico, por la palabra “hasilikom”, que significa real o regio por sus características principales.



3.7.2 La Albahaca en la Gastronomía

Entre las elaboraciones culinarias características en las que interviene la albahaca como ingrediente figuran “parmigiana di melanzane”(berenjena a la parmesana), patatas cajún, pasta o pizza con tomates y albahaca, pollo a la vietnamita, Humita chilena de choclo o “Curry thai”, así como todas aquellas recetas en las que interviene la salsa pesto, originaria de Liguria cuyo ingrediente fundamental es la albahaca. En el Reino Unido la albahaca es usada en la mezcla tradicional para elaborar salchichas. Pero también es usada para condimentos de sopas, ensaladas, carnes blancas y rojas, pastas, guisos y salsas.

3.7.3 Propiedades Medicinales

Se emplea como reguladora de las funciones renales, hepáticas y biliares, es excelente antiespasmódico, ya que reduce los espasmos estomacales e intestinales y ayuda a la expulsión de gases, calma los dolores menstruales y regula la periodicidad, promueve la secreción láctea en las madres, combate la depresión, el agotamiento, el insomnio y la jaqueca. Es antitusiva y muy indicada contra la faringitis y laringitis, se emplea como sedante. Activa el sistema inmunológico y aumenta los anticuerpos, es cicatrizante, analgésica, antiséptica usada contra inflamaciones óseo articulares.

Se aplica en infusiones, cocimientos, pomadas, tinturas, bálsamos, lociones, compresas, jarabes, cremas y se usa fresca, seca y en polvo.



IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Instalaciones y equipamiento Industrial

- Área de proceso y de catación del laboratorio M.D.M
- Marmita de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable

4.1.2 Equipamiento de mediciones:

- EKOMILK-M milk analyzer
- Termómetro digital
- Balanza
- Balanza de precisión

4.1.3 Utensilios de apoyo:

- Pipeta
- Bureta
- Erlenmeyer
- Vaso de precipitado
- Balde plástico con manija y medición
- Soporte para bureta
- Bolsa de plástico
- Manta
- Moldes para queso
- Liras de corte
- Equipo de protección personal



4.1.4 Insumos:

- Cultivo MO 097: Streptococcus salivarius sub spThermophilus
- Cuajo Dilazayme Doble fuerza Phizomucor miehei.
- Cloruro de Calcio
- Cloruro de Sodio
- Albahaca

4.2 Métodos

4.2.1 Acidez Titulable

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres; el cual es usado como un parámetro de calidad en los alimentos; mediante las determinaciones del índice de acidez o el Valor ácido (V.A) presentes en ellos.

Comúnmente la acidez se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado (para el índice de acidez) se expresa como el % del ácido predominante en el material.

Esta medición se realiza mediante una titulación ácido-base, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el indicador.

El procedimiento se realiza con un equipo de titulación que consiste en una bureta, un vaso de precipitado, un soporte universal y un anillo con su nuez. Se adicionan dos o tres gotas de fenolftaleína y se comienza a titular hasta obtener un ligero vire a rosa (en el caso de la fenolftaleína) que dure 30 segundos como mínimo. Si es muy oscuro, la titulación ha fracasado. Se mide la cantidad de agente titulante gastado (o gasto de bureta) y se utiliza la normalidad de la sustancia.



Se emplea entonces la siguiente fórmula:

$$A = \frac{V \times N \times 0.09}{Q} \times 100$$

A= acidez en gramos de ácido láctico por 100 gramos de leche.

V= volumen gastado en mililitros de NaOH 0.1N.

N= normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

0.09= factor de conversión del ácido láctico

Q=cantidad de la muestra en peso.

La acidez, generalmente se expresa en gramos de ácido láctico por 100 gramos de leche o sea en porcentaje.

4.2.2 Ekomilk

El ekomilk es un equipo, que se utiliza para la determinar la composición química de la leche, determinando % de Grasa, Proteína, Solidos no grasos y Agua adicionada, así como su Densidad.

Pasos para utilizar el ekomilk.

1. Limpieza interna inicial: se usa agua destilada, seleccionando limpieza en 4 ciclos.
2. Análisis de muestra de la leche, en mode seleccionar leche de vaca y realizar análisis y tomar nota de lectura de resultados.
3. Repetir 4 veces la prueba tomando diferentes muestras de la misma leche, una vez finalizada se promedia los datos con la desviación estándar.
4. Limpieza interna final: se usa agua destilada, seleccionando limpieza en 4 ciclos.



4.3 Metodología

4.3.1 Tipo de Estudio, Localización y Duración

Esta investigación es de tipo experimental, la cual se desarrolló en las instalaciones del área de alimento de la planta piloto Mauricio Díaz Müller (M.D.M) de la Facultad de Ciencias Químicas, ubicada en el campus médico de la UNAN-León, en el periodo de agosto a noviembre del año 2017.

El estudio se dividió en tres momentos que son:

4.3.2 Caracterización de la materia prima

Se realizaron las pruebas de plataforma para determinar la calidad física química de la leche como materia prima, tales como características organolépticas (Color, olor, sabor y textura), composición de la leche (porcentaje de grasa, proteína, agua adicionada, densidad y solidos no grasos, utilizando el equipo Ekomilk y porcentaje de acidez mediante titulación acido-base.

4.3.3 Optimización del flujo tecnológico

Esta etapa inicia con la recepción de la materia prima para su caracterización, posteriormente se procedió a realizar las operaciones preliminares de acondicionamiento de materia prima, tales como: Filtración, pasteurización y adición de calcio. Luego se realizaron las operaciones propias de la elaboración de queso mozzarella que son: Inoculación, coagulación, corte, fermentación, hilado y adición de albahaca y Finalmente se realizan las operaciones de acondicionamiento del producto final, entre la que se encuentra el moldeado, salado y almacenamiento. En cada una de las etapas del proceso se determinan los parámetros de operación que conlleven a la optimización del flujograma de proceso en base a las condiciones del Laboratorio Mauricio Diaz Müller (M.D.M).

4.3.4 Caracterización del producto final

Finalmente, una vez obtenido el Queso mozzarella se procedió a definir las características organolépticas del producto final, así mismo se aplicó una encuesta de opinión a 40 personas para conocer la apreciación de estos acerca de las características organolépticas del producto y su preferencia.



Para aplicar esta técnica primeramente se fijó un día y se informó a los docentes presente en la planta que se estaba realizando una encuesta de opinión de queso, empleando el área de catación de la Planta piloto M.D.M. otorgándole a cada catador un pequeño cubo de queso y un vaso de agua, junto con su hoja de encuesta y bolígrafo.



V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización de materia prima

La Leche fue acopiada en Delicatessas leonesas ubicada en subtiava donde reciben un total de 960 litros 3 veces a la semana siendo estos lunes, miércoles y viernes, posteriormente se trasladó al área de producción de alimentos del laboratorio MDM.

La caracterización organoléptica de la leche como materia prima para la elaboración de queso mozzarella con albahaca, ver en anexo No. 1: Tablas, Tabla No. 1, se observan los resultados de la caracterización organoléptica, presentado para el caso del:

- **Color:** Entre blanco ligeramente amarillento a blanco amarillento. Es importante mencionar que leche posee comúnmente un color blanco amarillento, pero cuando se le ha adicionado agua o se ha descremado, el color es blanco azulado, por lo que se atribuye la intensidad del color amarillento al mayor o menor contenido de grasa, caseína, carotenos. La NTON-03-027-17, establece que la leche debe tener un color desde blanco a blanco amarillento.
- **Olor:** Característico a leche. Generalmente el olor se aprecia en la leche recién ordeñada, puesto que el olor y el sabor se pierden con el aire y el transcurso del tiempo. La NTON-03-027-17, establece que la leche debe tener olor característico sin presencia de olores extraño.
- **Sabor:** Ligeramente dulce, característico a leche. Hay que recalcar que la leche tiene un sabor dulce que depende fundamentalmente de la lactosa o azúcar de la leche, este sabor puede cambiar por acción de la alimentación, traumatismo de la ubre, alteraciones en el estado de salud de la vaca, sustancias extrañas del medio ambiente o de los recipientes que la contienen. La NTON-03-027-17, establece que debe tener sabor característico a leche ligeramente dulce.



- **Aspecto:** ligeramente viscosa. La leche debe ser consistente líquida y ligeramente viscosa. Esto se debe al contenido de azúcares, sales disueltas en ella y caseína. La NTON-03-027-17, establece que la leche debe ser líquida sin suciedad visible.

En anexo No.1: Tablas, tabla No. 2, se puede ver el cuadro con los resultados de la caracterización físico-química de la leche en la que se empleó el equipo Ekomilk y la prueba de acidez titulable.

- **Grasa:** Se obtuvo una media de 4.14% de material graso, con una desviación de 1.25, según la NTON-03-022-17, el contenido de grasa siempre debe ser no menor a 3%
- **Sólidos no Grasos (SnG):** Se obtuvo una media de 9.16% con una desviación de 0.05 según la NTON-03-022-17, normas establecidas el contenido debe ser mayor a 8.3%.
- **Densidad:** Se obtuvo una media de 1.030 g/ml, con una desviación estándar de 0.37, la NTON-03-022-17, establece que la densidad lo mínimo debe ser 1.030 y lo máximo 1.033.
- **Agua Adicionada:** ninguna muestra contenía agua adicionada. La NTON-03-022-17, establece que la leche no debe contener agua adicionada.
- **Proteína:** Se obtuvo una media de 3.30%, con una desviación estándar de 0.018.
- **Acidez:** Se obtuvo una media de 0.16% de acidez, con una desviación estándar de 0.02, La NTON-03-022-17, establece que la acidez debe oscilar entre 0.13-0.16%.

5.2 Optimización del Flujo Tecnológico

En anexo No.2: Diagramas: Diagrama No.1. Se muestra el flujograma de proceso del queso mozzarella adaptado a las condiciones del laboratorio M.D.M, es importante mencionar que se realizaron 5 repeticiones del proceso de elaboración de queso mozzarella en los cuales se hicieron algunas variaciones de los parámetros de operación con la finalidad de obtener un flujograma de proceso de queso mozzarella con albahaca que presentara la mejor característica de calidad. A continuación, describimos las operaciones unitarias con sus parámetros de operación:



- 1. Recepción de Materia prima:** Operación unitaria que consiste en evaluar la calidad de la materia prima para determinar si esta apta para el proceso. La materia prima fue trasladada y recibida en recipientes de acero inoxidable, donde se inspeccionó y se recolectaron las muestras para las pruebas de plataforma y determinar sus características organolépticas. Los resultados han sido presentados en el acápite anterior.
- 2. Filtración:** Operación unitaria que consiste en remover los desechos sólidos con tamaño mayor a los orificios del filtro, para esta operación se usó una manta filtradora, la que una vez realizada la operación no se observó ningún residuo.
- 3. Pasteurización:** Operación unitaria que consiste en aplicar temperatura por un determinado tiempo, con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos que dañen la salud del consumidor o que afecte el proceso de elaboración de queso. Para esta operación se hizo uso de una marmita de doble chaquete, con capacidad de 50 litros, alimentada con vapor de agua como sistema de calefacción, se utilizó como parámetros de operación 63°C por 30 minutos. La leche una vez pasteurizada no se observaron cambios considerables en su sabor, color, olor y textura.
- 4. Enfriamiento:** Operación unitaria que consiste en disminuir la temperatura de la leche empleando agua fría hasta alcanzar 35°C , que es la temperatura óptima para el crecimiento de los microorganismos responsable de la fermentación láctica y la adicción de cloruro de calcio según lo establecido en su ficha técnica.

Es importante mencionar en la repetición 1, se enfrió a 40°C , observándose que tomaba más tiempo en llegar a la acidez deseada porque no estaba a temperatura optima del cultivo.

En las repeticiones 2,3, 4 y 5: Se enfrió hasta alcanzar los 35°C y llego más rápido a la acidez deseada porque era la temperatura optima del cultivo.



5. **Inoculación:** Operación unitaria que consiste en la adición de cultivo láctico para el proceso fermentativo, utilizando en este caso el MO 097: (*Streptococcus salivarius* sub sp. *Thermophilus*), en las dosis recomendadas en su ficha técnica (50 unidades por cada 1000 litros de leche), en función a la proporcionalidad de la cantidad leche utilizada en las repeticiones realizadas, durante esta adición se agitó por aproximadamente 15 minutos.

6. **Adición de calcio:** Se adicionan sales de calcio para restituir las que se perdieron por efecto del tratamiento térmico y no tener bajo rendimiento en proceso de elaboración de queso. Se le adicionó 15 gramos por cada 100lts de leche y se dejó reposar.

7. **Coagulación:** Operación unitaria que consiste en añadir una enzima a la leche que actúa sobre la caseína y el calcio disuelto para formar paracaseinato de calcio.

En la repetición 1 se utilizó la denominada pastilla de Cuajo a razón de una pastilla (2.0242g) por cada 50litros de leche. Observamos en esta experiencia que tardaba mucho en llegar a cuajado y necesitaba una temperatura inferior a la del cultivo.

En las repeticiones 2, 3, 4 y 5, se utilizó cuajo líquido (Dilazayme doble fuerza: *Rhizomucor miehei* a razón de 1cc por cada 25 litros de leche. Cabe destacar que el cuajo líquido previo a su adicción deba ser diluido en agua destilada para lograr su homogenización en la leche y durante su adicción se debe agitar por lo menos 4 minutos, este cultivo resulto mucho mejor porque su temperatura para adicionarse era muy acercada a la del cultivo láctico.

8. **Corte:** Operación unitaria que consiste en cortar la cuajada obtenida producto del proceso de coagulación empleando liras que permiten obtener cubos de dimensiones de 4x4 cm. Esto con la finalidad de facilitar el desuerado y el proceso de fermentación.



- 9. Reposo o fermentación:** Operación unitaria que permite proporcionar el tiempo necesario para que los microorganismos inoculados logren fermentar la lactosa para producir el ácido láctico y alcanzar la acidez óptima, para el proceso de hilado característico del queso mozzarella. Es importante resaltar que en este momento se llevó control del aumento de la acidez cada 15 minutos.

En anexo No.1: Tablas, en tabla No. 4: Tiempo de acidez y comportamiento de la cuajada en el hilado, se muestra la acidez obtenida y el tiempo en que la alcanzo en las distintas repeticiones.

Como se puede observar en la repetición 1, la leche recibió tratamiento con STABILAK, que inhibió el crecimiento del microorganismo láctico en consecuencia se dificultó los procesos fermentativos, por lo que no acidificaba y se dejó hasta el día siguiente presentando una acidez de 44%.

En la repetición 2, alcanzó una acidez de 34%, en 7 horas, en repetición 3, fue de 33% en 6 horas, en repetición 4, de 31% en 4 horas y media y en repetición 5, de 32%, en 5 horas. Los parámetros de acidez óptimos oscilan entre 31% a 36%.

- 10. Desuerado:** Operación unitaria que consiste en dejar que drene el suero del cuajo, operación que se llevó a cabo una vez alcanzada la acidez óptima.
- 11. Hilado:** Operación unitaria que consiste en someter a trabajo mecánico a la cuajada acidificada en agua a 80°C, a fin de lograr su desmineralización parcial logrado su plastificación y estiramiento. Mecanismo que permite llevar al “caseinato di cálcico” (caseínas α , β y κ asociadas con la concentración normal de calcio micelar o coloidal) a “caseinato y paracaseinato mono cálcico”. Es importante destacar que al descender el pH o aumentar la acidez, el fosfato de calcio coloidal, ligado a la caseína y a la para κ -caseína que forman la “malla” (o red) de la cuajada, se vuelve soluble y migra hacia la fase acuosa (sérica), dejando la matriz estructural parcialmente desmineralizada.

Es importante destacar, lo ya mencionado en la operación de reposo o fermentación que la operación de hilado depende del grado de acidez alcanzado en la cuajada.



En anexo No.1: Tablas, tabla No. 4 Tiempo de acidez y comportamiento del cuajo en el hilado, se observa que, a mayor acidez, el hilado toma menos tiempo, pero la textura resultante de la pasta del queso es dura y quebradiza, por lo que los resultados muestran que en acidez optima (31-36%), toman un minuto para alcanzar su hilado y tiene un aspecto brillante, textura plástica, elástica y olor característico a queso.

- 12. Moldeo e incorporación de la albahaca:** Operación que consiste en incorporar la albahaca y darle la forma requerida al queso de pasta hilada. A la pasta hilada del queso, se le incorpora la albahaca a razón de un 3.6%, tomando como referencia la masa de la cuajada y se moldea, en nuestro caso se le dio forma de bloque. Cabe mencionar que para lograr los resultados deseado en cuanto al moldeo y la textura del producto final es necesario mantener la pasta del queso caliente, si esta se enfría se vuelve a introducir en el agua y se sigue el proceso.

- 13. Enfriamiento y Salado:** Una vez hilada y moldeada, la pasta se enfría y se adiciona la sal. Para esta operación se utilizaron dos técnicas.
 - Enfriamiento en salmuera a 10°C con 5% de sal. Se dejó en reposo por 45 minutos, observándose que el queso mozzarella, se hidrataba y perdía el contenido de albahaca y el sabor de la misma.
 - Enfriamiento con agua a 8°C por un minuto. Luego se realiza el salado por frotamiento con sal a razón de 3%. Observándose que el queso mantiene su contenido de albahaca y conserva el sabor de ésta. Siendo este último el recomendado.

- 14. Escurrido:** Una vez enfriado, se dejó 8 minutos en reposo para eliminar el exceso de humedad y sal. Observándose que en las repeticiones que se saló por salmuera esta operación demora más de 30 minutos.



15. Empacado y refrigerado: Operación unitaria que consiste en crear las condiciones para que el producto mantenga sus características físico-químicas y organolépticas deseadas por un periodo determinado. Por ser este tipo de alimento muy perecedero por su contenido de humedad, se utilizó para su empaque Poli estireno expandido (bandejas espumadas) con film plástico de polietileno y se refrigeró a 7°C.

5.4 Encuesta de opinión

Así mismo como parte de la caracterización organolépticas del producto final, se realizó una encuesta de opinión (ANEXO No. 3: Documentos, Documento No. 1), en la que se evalúa las características organolépticas del producto y su nivel de aceptación, esta fué aplicada a una muestra predeterminada de 40 personas.

En ANEXO 2: Gráficos, en los gráficos del No. 2 al 6 se encuentran los resultados, observando que la percepción de los encuestados en referencia a:

Color: Un 43% percibió una coloración ligeramente crema, 32% una coloración blanca y 25% una coloración amarilla.

Sabor: Un 57% percibió un sabor simple, un 28% a otro (entre lo que mencionan sabor a hierbas, oréganos, albahaca y especies), un 13% característico a queso y 2% un sabor acido. En este acápite cabe señalar que en el país es un hábito el consumo de queso salado y al respetar las normas en este estudio se explica porque el 57% percibió un sabor simple.

Olor: El 48% de los encuestados percibe olor a otros (entre lo que mencionan olor a hierbas, oréganos, albahaca y especies), un 35% a característico del queso y un 17% olor a leche.

Textura: Un 57% de los catadores tuvieron una sensación de una textura elástica, 30% de ellos percibieron una textura blanda, 13% percibieron una textura dura.

Evaluación del producto: En cuanto a las opiniones de los encuestados en referencia a la evaluación general del producto, este fue muy positiva porque un 78% lo considero entre excelente, exquisito, apetecible y bueno. En ANEXO 2: Gráficos, Gráficos No. 6, se observa los resultados obtenidos, siendo que un 27% de los encuestados lo considera un buen producto, 25% excelente, 13% exquisito y apetecible respectivamente y solo un 22% regular.



En referencia a sus características organolépticas el queso mozzarella presento un color ligeramente crema, con poco sabor en relación con los quesos comunes; olor a queso, con una textura entre blanda, semi-elástica y agradable. Estas características hacen de este queso un ingrediente ideal para combinar con muchas elaboraciones culinarias (pizza, pasta, ensaladas entre otros).



VI. CONCLUSIONES

Concluido la presente investigación y producto del análisis de los resultados obtenidos podemos destacar las siguientes premisas:

- A.** Para elaborar queso mozzarella con albahaca, la leche como materia prima debe presentar la siguiente característica organolépticas; un color entre blanco ligeramente amarillento a blanco amarillento, un olor característico a leche, sabor ligeramente dulce, un aspecto ligeramente viscoso. Así mismo en sus características físico-químicas debe presentar un contenido de grasa de 4.14% con una desviación estándar de 1.251, solidos no grasos 9.16 % con una desviación estándar de 0.053, densidad 1.030 g/ml con una desviación estándar de 0.371, proteína 3.30 % con una desviación estándar de 0.018, acidez titulable 0.16% con una desviación estándar de 0.027 y no debe contener agua adicionada.

- B.** Se logró obtener un flujograma de proceso para la elaboración de queso mozzarella con albahaca, adaptado a las condiciones de trabajo del área de producción de alimentos del laboratorio Mauricio Díaz Müller, en el que se establecen las operaciones unitarias de acondicionamiento de la materia primas, las propias del proceso de elaboración y las de acondicionamiento del producto final, todas ellas con sus respectivos parámetros de operación.

- C.** Las características organolépticas que debe presentar el producto final debe ser color ligeramente crema con presencia de puntos verdes, un olor agradable a la hierba, un sabor ligero de a albahaca y una textura ligeramente blanda semi-elástica.

- D.** Finalmente, la encuesta de opinión aplicada para evaluar la aceptación del producto refleja que el 78% lo considera entre bueno, excelente, exquisito y apetecible. Solamente un 22% de los encuestados lo considera regular.



VII. RECOMENDACIONES

- Extrapolar a escala semi-industrial e industrial los resultados obtenidos del presente trabajo.
- Realizar estudios de factibilidad técnico-financiero de la instalación de unidad productiva de elaboración de queso mozzarella con albahaca en la ciudad de León.
- Realizar un estudio de la calidad físico-química e higiénica-sanitaria del queso mozzarella con albahaca como producto final.
- Realizar un estudio de vida útil de producto, considerando otros tipos de empaque y condiciones de almacenamiento.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Anteproyecto de Norma para mozzarella, apéndice xxi Depósito de documentos de la FAO. Informe de la sexta reunión del comité del Codex sobre la leche y los productos. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/meeteng/008/j2366521.htm>.
2. Cruz. c. Jessica. (2001) Elaboración de queso mozzarella con diferentes porcentajes de grasa en leche de vaca. Universidad EARTH, trabajo de graduación presentado para optar el título de ingeniero agrónomo. En línea disponible en <http://academia.edu/63276377pdf>. 2017, 12 noviembre
3. Dubach.J. (1998). El ABC para la quesería rural de los andes. Segunda edición-Proyecto queserías rurales. quito Ecuador.
4. Fajardo. B.M. (2012) Efecto de la utilización de culantro, orégano y ají en la elaboración de queso mozzarella. Tesis de grado para optar al título de ingeniero en industrias pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. En línea disponible en <http://dspace.ec/bitstream/123456789/2182/1/27T0188.pdf>. 2017, 8 de noviembre
5. .FAO. 1990. (ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION) Datos sobre los componentes de la leche de diferentes mamíferos. En línea. <http://www.fao.org/alimentos>.
6. Infocarne. (2001). Qué es la leche, su composición. (En línea)<http://www.infocarne.com/ovino/composicionleche.asp#1.¿QUE ES LALECHE?>
7. Madrid, A. (1996). Curso de Industrias Lácteas. Editorial Mundiprensa AMB ediciones. Madrid, España, 604 p.
8. NORMA TÉCNICA N °03 027-17 para la leche entera cruda (1999). En línea disponible en [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/34ADDFDFE61C59B5C0625734E006C6E36?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/34ADDFDFE61C59B5C0625734E006C6E36?OpenDocument).



9. Normas técnicas obligatorias nicaragüenses para el procesamiento y comercialización de queso.(2009) en línea disponible en <http://www.mific.gob.ni/portal%20empresarial/Pesca/Norma%20técnica%20del%20queso.pdf>. 2017, octubre 18.
10. (Ocimum basilicum) https://es.Wikipedia.org/wiki/Ocimum_basilicum
11. Organización Mundial de la salud, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (2011) CODEX Alimentarius. Leche y productos lácteos. Roma.
11. Ochoa, I. G. (2013) Caracterización de los procesadores y análisis de la calidad de la leche y el queso del municipio de Tecpatan, Chiapas. Tesis de grado. Universidad, Autónoma de Chiapas. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. En línea disponible en http://cuencagrijalba.ecosur.mx/cuencagrijalba/files/informafinal/sp05_archivos/unach.pdf. 2017, noviembre 16.
12. Rodríguez, B. I. (2014). Evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos. Proyecto de investigación para optar el título de Magister de ciencias agropecuarias, Cartagena, Colombia, en línea disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/39616/1/45547641.2014pdf>. 2017, 24, noviembre.
13. REVILLA, M (1996). Tecnología de la Leche. Procesamiento, manufactura y análisis. Editorial Herrero hermanos. México D.F. pp 28-34.
14. Scott, R. (1991). Fabricación de quesos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 520 p.
15. www.poncelet.es/enciclopedia del queso/clasificación.html.



IX. ANEXO No. 1: TABLAS

| Tabla No. 1: Características Organolépticas de Materia Prima | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Características | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Muestra 4 | Muestra 5 |
| Color | Blanco amarillento | Blanco ligeramente amarillento | Blanco ligeramente amarillento | Blanco amarillento | Blanco ligeramente amarillento |
| Olor | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico |
| Sabor | Ligeramente dulce, característico |
| Textura | Ligeramente viscosa. | Ligeramente viscosa. | Ligeramente viscosa | Ligeramente viscosa | Ligeramente viscosa |



Tabla No. 2: Caracterización Físico-Química de Materia Prima (EKOMILK-M)

| Parámetros | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Muestra 4 | Muestra 5 | Media | Desviación Estándar |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|----------------------------|
| Grasa (%) | 4.74 | 4.13 | 4.73 | 4.14 | 4.72 | 4.14 | 1.251 |
| Solidos No Grasos(SNG) | 9.17 | 9.19 | 9.06 | 9.11 | 9.16 | 9.16 | 0.053 |
| Densidad | 1.029 | 1.0305 | 1.0295 | 1.030 | 1.030 | 1.030 | 0.371 |
| Agua adicionada | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 |
| Proteína | 3.31 | 3.31 | 3.27 | 3.28 | 3.30 | 3.30 | 0.018 |
| Acides Titulable (%) | 0.18 | 0.126 | 0.164 | 0.2 | 0.16 | 0.16 | 0.027 |



Tabla No. 3: Características Organolépticas de Producto Final

| Características | Repetición # 1 | Repetición # 2 | Repetición # 3 | Repetición # 4 | Repetición # 5 |
|------------------------|---|--|---|---|--|
| Color | Blanco | Ligeramente crema con puntos verdes | Amarillento con puntos verdes | Ligeramente crema con puntos verdes | Ligeramente crema con puntos verdes |
| Olor | Característico a queso mozzarella | Ligeramente a albahaca | Olor a queso | Característico a queso mozzarella con albahaca | Característico a queso mozzarella con albahaca |
| Sabor | Sabor simple ligeramente dulce | Sabor simple | Sabor simple | Sabor simple ligeramente a albahaca | Sabor simple ligeramente a albahaca |
| Textura | Firme a baja Temperatura Firme a temperatura ambiente Elástica a altas temperaturas | Firme a baja Temperatura firme a temperatura ambiente. Elástica a altas temperaturas | Firme a baja Temperatura Firme a temperatura ambiente Elástico a altas temperaturas | Firme a baja Temperatura Firme a temperatura ambiente Elástica a altas temperaturas | Firme a baja Temperatura Firme a temperatura ambiente. Elástica a altas temperaturas |



| Repetición | Evolución de la acidez vrs tiempo | | Comportamiento con respecto al Hilado | Observación |
|------------|-----------------------------------|------------|---------------------------------------|---|
| | Tiempo (Hrs) | Acidez (%) | | |
| 1 | 24 | 44 | Hilo en 40 segundos | Se añadió el cultivo a 40°C, se utilizó pastilla de cuajo, la materia prima recibió un tratamiento con STABILAK por lo que retraso la acidificación de los cultivos, tuvo una acidez mayor a la óptima, después del hilado tenia buen aspecto brillante y textura plástica. |
| 2 | 7 | 34 | Hilo en 1 minuto | El cultivo se añadió a 35°C, Se utilizo cuajo líquido, la cuajada tenía aspecto brillante, textura plástica, elástica y acidez optima |
| 3 | 6 | 33 | Hilo en 1 minuto | Se añadió el cultivo a 35°C, se utilizó cuajo líquido, se utilizó cuajo líquido, la cuajada tenía un aspecto brillante, textura plástica, y su acidez era óptima. |
| 4 | 4 | 31 | Hilo en 1 minuto | El cultivo se añadió a 35°C, Se utilizo cuajo líquido, tenia 1% menos de la acidez optima, la |



| | | | | |
|---|---|----|------------------|--|
| | | | | cuajada tenía el aspecto deseado, era brillante y textura plástica y elástica. |
| 5 | 5 | 32 | Hilo en 1 minuto | El cultivo se añadió a 35C, Se utilizo cuajo líquido, la cuajada tenía aspecto brillante, textura plástica. Elástica y acidez optima |



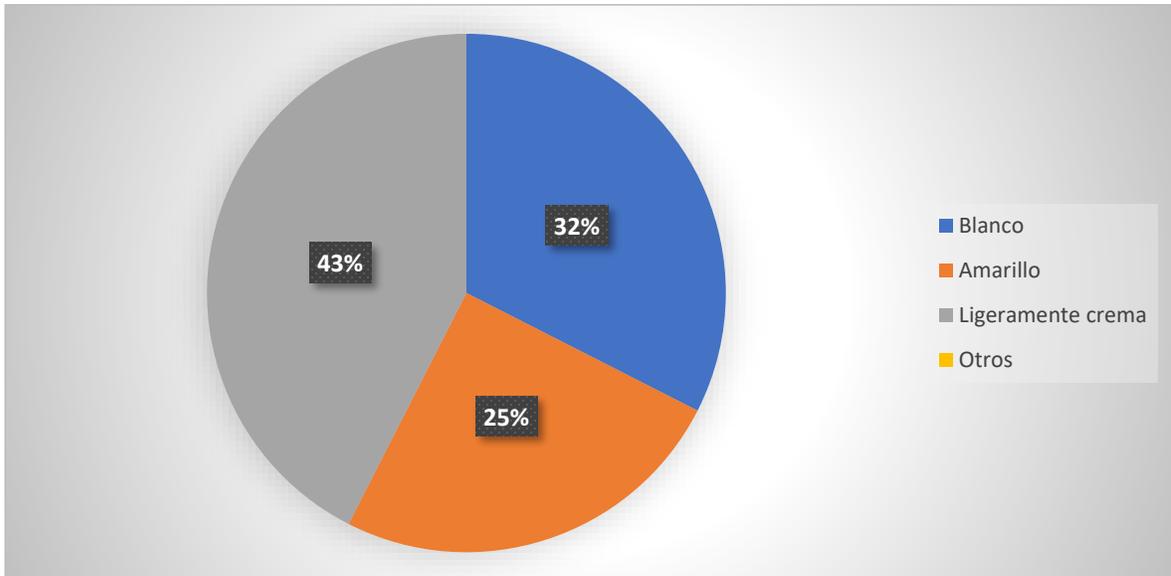
X. ANEXO No. 2: GRÁFICOS

10.1 Grafico No.1: Flujograma de Procesos de Queso Mozzarella

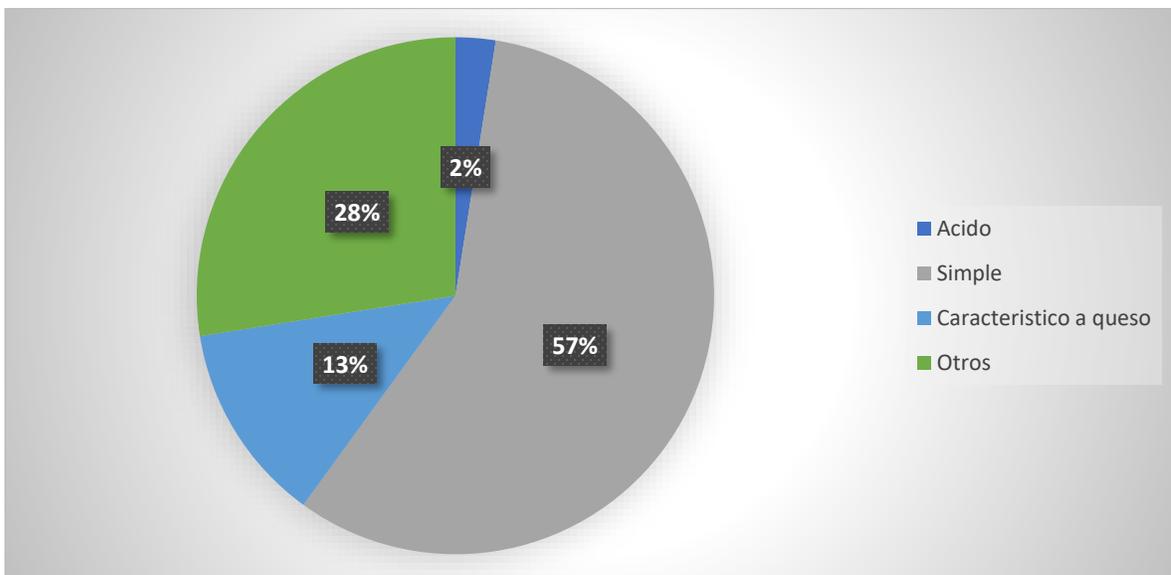




10.2 Gráficos No. 2: Percepción del Color del producto final

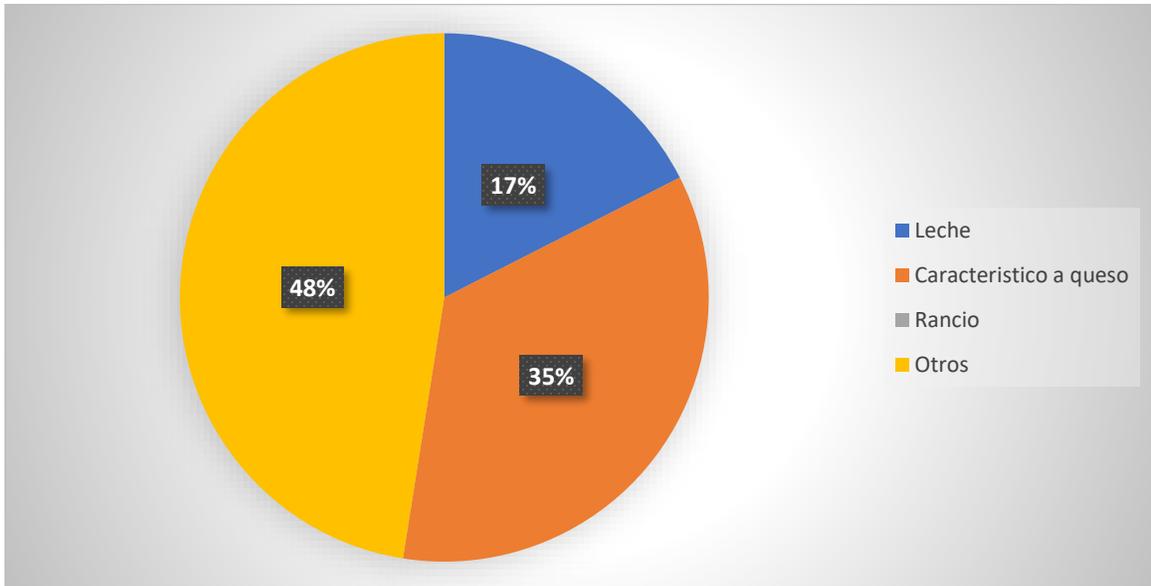


10.3 Gráficos No. 3: Percepción del Sabor del producto final

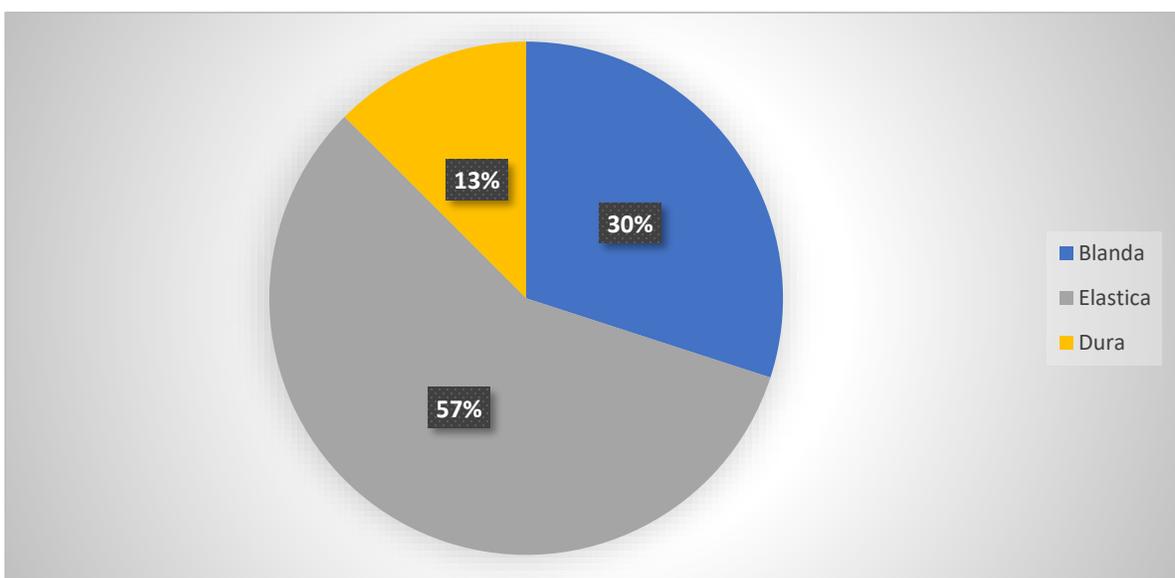




10.4 Gráficos No. 4: Percepción del Olor del producto final

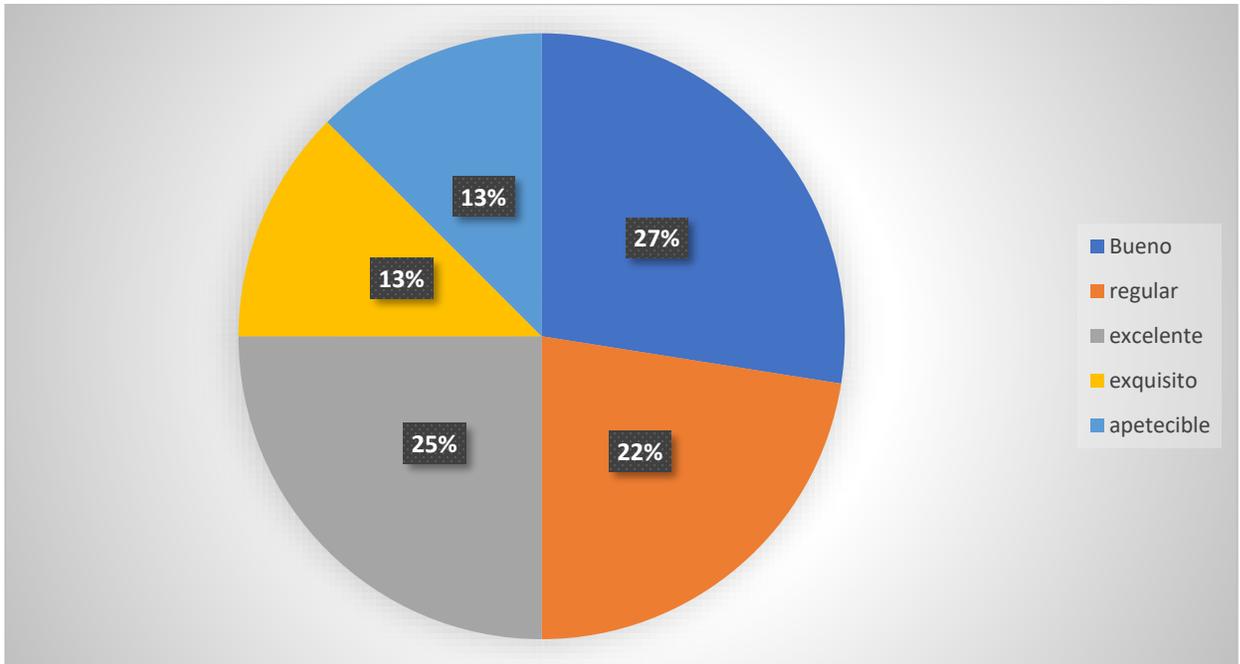


10.6 Gráficos No. 5: Percepción de Textura en producto final





10.8 Gráficos No. 6: Evaluación en producto final





XI. ANEXO No. 3: DOCUMENTOS

Documento No. 1: Encuesta de opinión para evaluar el Producto final

UNAN-León
Facultad de Ciencias Químicas
Ingeniería de Alimentos

A continuación, se le presenta una encuesta, con el fin de evaluar las características organolépticas del siguiente producto: Queso

Agradeciendo de antemano su valiosa cooperación, la cual será de mucha utilidad para la realización del presente estudio.

Marque con una "X" según sea la respuesta de su preferencia

2.1 El color que usted percibe de este producto es:

¿Blanco _____ Otros _____ cuál? _____
Amarillo _____
Ligeramente crema _____

2.2 El olor que usted percibe de este producto es:

Leche _____ Característico del queso _____
¿Rancio _____ otros _____ cual? _____

2.3 La textura que usted percibe de este producto es:

¿Blanda _____ Otra _____ cual? _____
Muy Blanda _____
Elástica _____
Dura _____
Muy dura _____

2.4 El sabor que usted percibe de este producto es:

Ácido _____ Característico a queso _____
¿Amargo _____ Otro _____ cuál? _____
Simple _____
Salado _____

2.5 ¿Qué le parece este producto?

Bueno _____ Excelente _____ Otros _____ cual? _____
Malo _____ Exquisito _____
Regular _____ Apetecible _____

Comentarios:



Documento No. 2: Ficha Técnica del medio de cultivo utilizado para elaboración de queso mozzarella.



Información Técnica del Producto
CULTIVOS

CULTIVO L.L. MO 097®

| | |
|--------------------------------|--|
| Descripción: | Cultivo natural liofilizado, altamente concentrado. |
| Composición: | Mezcla de cepas bien definidas de: <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i> |
| Origen: | Cepas de origen natural sin manipulación genética. |
| Dosificación: | La dosificación del cultivo dependerá del tiempo requerido en el proceso de producción, el rango recomendado es de 1 Unidad para 100 litros de leche. |
| Uso: | Sacar los cultivos del congelador 30 minutos antes de su aplicación, para que alcance la temperatura ambiente (nunca calentar). Limpiar la parte exterior del sobre con algún desinfectante (como alcohol al 70%), secar el sobre. Abrir el sobre y añadir el contenido directamente sobre la leche pasteurizada a una temperatura de 37- 39° C, agitar lentamente (nunca incorporar aire a la leche) durante 15-20 minutos hasta su distribución total. No añadir sobre espuma. En el caso de encontrar algún sobre perforado o dañado desecharlo de inmediato. |
| Condiciones de almacenamiento: | El cultivo debe ser almacenado en su empaque original a temperatura de 4 a -18 °C, según sea requerido. <ul style="list-style-type: none">- 12 meses de vida útil a partir de su fecha de fabricación en temperatura de almacenamiento $\leq +4^{\circ}\text{C}$.- 24 meses de vida útil a partir de su fecha de fabricación en temperatura de almacenamiento $\leq -18^{\circ}\text{C}$. |
| Presentación: | Sobre termo-sellado de aluminio/polietileno. Ud. Código 10U / 10 SOB 20-1231 |



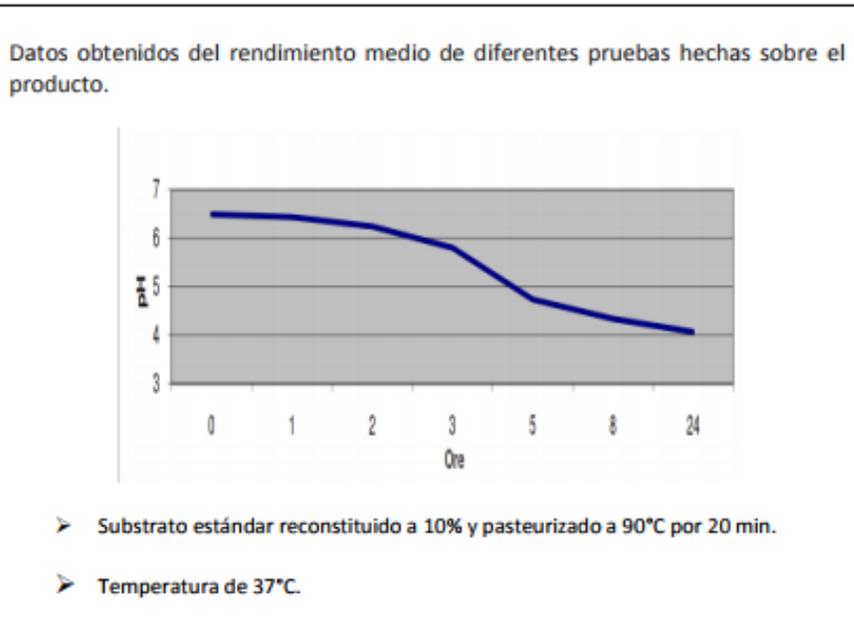
CULTIVO L.L. MO 097®

Especificaciones:

Apariencia: Polvo fino y homogéneo.

| Fisicoquímicos | | | |
|-------------------------------------|----------------|--------|------------------------|
| PARÁMETRO | ESPECIFICACIÓN | UNIDAD | MÉTODO |
| Humedad | <7 | % | NA |
| Microbiológicos | | | |
| PARÁMETRO | ESPECIFICACIÓN | UNIDAD | MÉTODO |
| Bacterias no lácticas | <500 | UFC/g | ISO 13559 IDF 153:2002 |
| Coliformes totales | <10 | UFC/g | FL-IDF 73B:1998 |
| Hongos y levaduras | <10 | UFC/g | ISO 6611 IDF 94:2004 |
| Staphylococcus (coagulasa positiva) | <10 | UFC/g | UNI EN-ISO 6888-1:2004 |
| Listeria monocytogenes | Ausente / 1g | UFC/g | AFNOR BRD 07/D4-09/98 |
| Salmonella spp. | Ausente / 25g | -- | ISO 6579:2002 |
| Enterococos | <100 | UFC/g | FL-IDF 149:1997 |

Características de la fermentación*:



*Datos solo informativos, obtenidos en nuestros laboratorios; estos valores pueden variar dependiendo el tipo de proceso y su aplicación.



XII. ANEXO No. 4: IMÁGENES DE PROCESO

