

Instituto Tecnológico de Culiacán

División de Estudios de Posgrado e Investigación



Título del Anteproyecto

**“INCREMENTO DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL REQUESÓN UTILIZANDO TÉCNOLOGÍAS
SUAVES DE CONSERVACIÓN”**

ALUMNO(S):

MORENO PARRA NADIA RAQUEL.

GONZALEZ BURGARA JOSSELYN MICHELL.

NO. CONTROL:

18170080

191000348

ASESORES:

INTERNO: Dr. Jesús Gabriel Rangel Peraza

EXTERNO: IBQ. Cindy Guadalupe Esquerra Cebreros

Culiacán, Sinaloa, México.

Agosto-diciembre de 2023.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Culiacán

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ASUNTO: Autorización de Impresión

Culiacán, Sinaloa, 11/11/2025 13:43

C. NADIA RAQUEL MORENO PARRA Y JOSSELYN MICHELL GONZALEZ BURGARA
PASANTE(S) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA
P R E S E N T E.

De acuerdo con fallo emitido por la Comisión Revisora Integrada por:

Cédula Profesional

Presidente:	Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Ambiental Jesús Gabriel Rangel Peraza	8327423
Secretario:	Doctor Ciencias en Química Jesús Estrada Manjarrez	7314091
Vocal:	Ingeniero Bioquímico Omar Alejandro Mendoza Aguilar	6000080

Y considerando que reúne los requisitos establecidos en la Opción: **TITULACIÓN INTEGRAL: TESIS PROFESIONAL "INCREMENTO DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL REQUESÓN UTILIZANDO TECNOLOGÍAS SUAVES DE CONSERVACIÓN"**, damos a usted nuestra autorización para que proceda a imprimir su trabajo profesional.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®


LIC. CONCEPCIÓN MENDOZA ROSALES
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

 **Educación**
Secretaría de Educación Pública
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CULIACÁN
DEPARTAMENTO DE
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Juan de Dios Bátiz 310 Pte. Col. Guadalupe C.P. 80220
Culiacán, Sinaloa. Tel. 667-454-0100
tecnm.mx www.culiacan.tecnm.mx



AGRADECIMIENTO 1

Gracias a mis padres, docentes y amigos por haber fomentado en mi el deseo de estudiar superarme en la vida y cumplir una meta mas. Por compartir mis días malos y bueno, mis pequeñas victorias y siempre recibiendo de ustedes la palabra de aliento que me dio la fuerza para seguir buscando nuevas metas y etapas en la vida.

AGRADECIMIENTO 2

Gracias a mi hija, a mi pareja, padres, docentes y amigos por haber fomentado en mi el deseo de estudiar superarme en la vida y cumplir una meta mas. Por compartir mis días malos y bueno, mis pequeñas victorias y siempre recibiendo de ustedes la palabra de aliento que me dio la fuerza para seguir buscando nuevas metas y etapas en la vida.

RESUMEN

El requesón se obtiene mediante la coagulación térmica de las proteínas del suero o de las caseínas no coaguladas durante la producción de ciertos tipos de queso. La elaboración de este queso es beneficiosa, ya que evita la contaminación ambiental asociada al desecho de lactosuero, al tiempo que proporciona una rica fuente de proteínas y vitaminas para consumo humano. La empresa Lácteos Cazares S.A de C.V ha estado produciendo este producto de manera empírica durante algunos años. El propósito del proyecto actual fue realizar un diseño experimental que permita identificar un método de conservación para el requesón que permita incrementar su vida de anaquel. Se buscó determinar y describir las etapas críticas del proceso, así como analizar el comportamiento de los parámetros de calidad como el pH, la acidez titulable, AW, %humedad (%H) y características sensoriales del requesón pero se descartaron dos de estos parámetros por cuestiones de que no había variaciones significativas en los valores obtenidos. Los resultados obtenidos son positivos por haber alargado la vida de anaquel del requesón con las tecnologías suaves de conservación, en comparación con la empresa Lácteos Cazarez S.A. C.V. la vida de anaquel del requesón dura aproximadamente una semana, mientras que con las tecnologías suaves perdura en un tiempo de 21 de 27 días aproximadamente. Las conclusiones incluyeron recomendaciones sobre los valores de aceptación deseados para estos parámetros, así como sugerencias sobre el manejo del lactosuero, su almacenamiento y el uso de tecnologías suaves de conservación para prolongar la vida útil del producto en el estante.

Palabras clave: Lactosuero, Requesón, acidez titulable, pH, ozono, luz UV, envasado al vacío y sensorial.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.	8
Misión Lácteos Cazares S.A de C.V	8
Visión Lácteos Cazares S.A de C.V	8
PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	9
OBJETIVOS	10
General	10
Específicos	10
JUSTIFICACION	11
2. FUNDAMENTO TEORICO	13
Lactosuero	13
Composición del lactosuero	14
Requesón	15
Elaboración del requesón	16
Tecnologías suaves de conservación de alimentos	19
Envasado al vacío	20
Luz UV	21
Ozono (O ₃)	24
Parámetros de calidad del requesón	25
pH	25
Acidez titulable para °D	26
Análisis sensorial	27
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	28
APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN	29
Envasado al vacío	29
Luz UV	30
Ozono	31
PARÁMETROS DE CALIDAD	32
pH	32
Determinación de acidez °D	33
Humedad y Aw	34
4. RESULTADOS	35

Métodos de conservación.....	35
Envasado Al Vacío	35
Luz UV	39
OZONO (O3)	42
Control	47
Resultados Crudos De Los Parametros De Calidad Del Requesón	50
Análisis de los parámetros de calidad	55
pH.....	55
Grados Dornic °D.....	55
Sensorial	55
Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización.....	56
5. CONCLUSIÓN	57
6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	58
7. FUENTES DE INFORMACION	59

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay un problema ambiental debido a desperdicios orgánicos no tratados y desechados al ambiente (suelo, ríos o lagos). El lactosuero o también conocido como suero de queso es un residuo derivado de diferentes quesos elaborado en la industria láctea de color amarillo verdoso. Es uno de los productos más contaminantes que existe en la industria alimentaria, en donde cada 1,000 litros de lactosuero, se genera aproximadamente 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Siendo equivalente a la de aguas negras producidas en un día por 450 personas (C. Asas, et al. 20121).

De acuerdo con el Dr. Salvio Jiménez Pérez, el requesón es el producto obtenido de la coagulación por temperatura de las proteínas del suero o de las caseínas no coaguladas en las fabricaciones de algún tipo de queso (Pérez, S. J. Queso, cuajada y requesón. Coordinador: Dr. Salvio Jiménez Pérez, 33.).

De acuerdo con la empresa de Lácteos Cazares S.A de C.V, este producto presenta una vida de anaquel muy baja (aproximadamente 5 a 6 días). En este sentido, el presente proyecto se realizará una serie de experimentos aplicando tratamientos no térmicos de conservación también denominados tecnologías suaves para incrementar la vida de anaquel de este producto lácteo. Los tratamientos no térmicos que se van a utilizar en este proyecto serán, Luz ultravioleta (UV), envasado al vacío y conservación con ozono (O₃). Estos métodos se utilizarán para disminuir la proliferación de microorganismos (M.O.S), patógenos que pudieran afectar la salud de las personas y aumentar su vida de anaquel para poder exportar el producto fuera del estado.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.

Lácteos Cazares S.A de C.V, es una empresa líder en el mercado regional en la elaboración y distribución de Lácteos. Nacida en Sinaloa de giro industrial la cual se dedica a la realización de productos tales como lo son el requesón, jocoque, queso duro, queso fresco, queso ranchero y queso chihuahua.

Para el presente proyecto, se participará en Lácteos Cazares S.A de C.V, en la línea de fabricación de requesón, iniciando con la recepción de la materia prima, en este caso del lactosuero y finalizando con la distribución del requesón.

Misión Lácteos Cazares S.A de C.V

“Elaborar y comercializar productos 100% naturales producidos con los más altos estándares de calidad e inocuidad, para brindar satisfacción y confianza a los clientes.”

Visión Lácteos Cazares S.A de C.V

“Ser una empresa líder en la industria de lácteos en el territorio nacional, con expansión al extranjero conservando la calidad e innovación de nuevos productos para brindar satisfacción a todos los consumidores.”

El proyecto se desarrolla bajo la supervisión del área de calidad e inocuidad a cargo de la IBQ. Cindy Gpe. Esquerra Cebreros, realizando actividades de supervisión de la línea de fabricación del requesón, analizando las variables claves de este proceso, en búsqueda de una mejoraría utilizando tecnologías suaves de conservación.

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

El producto tiene una vida de anaquel corta, lo cual impide su distribución a puntos de ventas lejanos, y así provocando grandes pérdidas. Si la demanda de este producto no es lo suficientemente grande para consumirlo en ese tiempo, generará una fermentación en el requesón, provocadas por bacterias ácido lácticas.

En la actualidad se conocen muchos métodos de conservación para alargar la vida de anaquel de un alimento, pero normalmente el método de conservación más utilizado es sin duda el tratamiento térmico. Sin embargo, utilizar estos tratamientos provoca que el alimento cambie ciertas características organolépticas y sensoriales.

Los tratamientos térmicos que se utilizan normalmente para conservar un alimento es aplicando o eliminando calor, es decir altas o bajas temperaturas; por ejemplo, utilizar temperaturas altas puede dañar el alimento de manera drástica provocando disminución de vitaminas, minerales e incluso en el ámbito sensorial puede provocar que cambie su textura, sabor, aroma y color, mientras que al utilizar un tratamiento térmico a temperaturas bajas puede provocar que el alimento pierda cierta firmeza o sabor.

Por ende, se quiere implementar tecnologías suaves al requesón ya que es un alimento de sabor neutro, textura cremosa y color blanco. Se ha demostrado anteriormente que, si se le agregan aditivos o un tratamiento térmico, provoca que pierda o cambie ciertas características organolépticas del producto y no han demostrado un efecto significativo en la vida de anaquel del requesón.

OBJETIVOS

General

Realizar un diseño experimental que permita identificar un método de conservación para el requesón que permita incrementar su vida de anaquel.

Específicos

- Buscar información sobre los tipos de métodos de conservación que existen.
- Elaborar el requesón a nivel laboratorio.
- Formular y llevar a cabo los métodos de conservación, determinando cuál es el mejor incrementando su vida de anaquel.
- Desarrollar los métodos a nivel laboratorio, especificando los materiales y equipos a utilizar, para poder llevarlo a nivel industrial.
- Evaluar y comparar de calidad del requesón normal con el requesón del método de conservación que se utilice.

JUSTIFICACION

Por medio de este proyecto se pretende desarrollar un producto de mejor calidad aplicándole tecnologías suaves de conservación (luz UV, envasado al vacío y O_3), que permita reducir las causas de la descomposición del requesón, evitando que haya crecimiento de hongos, bacterias y virus. A través del presente proyecto se busca prolongar la vida útil de anaquel ya que en la actualidad se utilizan métodos térmicos los cuales afectan al producto provocando un bajo porcentaje de nutrientes en los alimentos. El uso de un método térmico provocaría una desnaturalización de las proteínas que tiene el requesón y disminuyendo los nutrientes que tiene el producto. También se quiere evitar el uso de aditivos para que sea un alimento libre de sustancias químicas y solo aplicación de las tecnologías suaves.

Se va a realizar una variedad de estudios, investigaciones y experimentos con las tecnologías suaves, con el fin de mejorar la calidad del requesón, debido a reacciones químicas y físicas que producen algunos de estos tratamientos, tales son el O_3 , que es oxígeno activado y se le conoce como una forma triatómica de oxígeno. Es un agente natural y tiene una amplia propiedad antimicrobiana, que, junto con un potencial de oxidación, lo convierten en una opción atractiva para la industria alimentaria. (Pandiselvam, R. et al. 2017). Es por ello que se quiere realizar experimentos con este gas para favorecer la vida útil de anaquel del producto evitando la proliferación de microorganismos que puedan afectar la salud además de que conserve las propiedades nutricionales y sensoriales.

Por otro lado, tenemos otra alternativa para la conservación del requesón el cual es con luz UV La radiación ultravioleta es una forma no ionizante de luz invisible, situada en la porción del espectro electromagnético (EM) entre la luz visible y los rayos X (NASA, 2019).

La irradiación con luz ultravioleta de onda corta (UV-C) ofrece algunas ventajas tecnológicas debido a sus bajos costos de mantenimiento e instalación, mínimo uso de energía y conservación de alimentos sin algunos efectos indeseables de los tratamientos térmicos. (Delorme et al., 2020)

Como última opción es utilizar el envasado al vacío para prolongar la vida útil del requesón al igual que los otros dos métodos a trabajar, el envasado al vacío es básicamente retirar el aire del interior de un envase y reducir el oxígeno primer factor de la oxidación y putrefacción de alimentos, se amplía el periodo de caducidad del alimento que contiene y, por lo tanto, aumenta su vida útil. (Envasado al vacío, una tecnología sencilla y segura, s. f.)

2. FUNDAMENTO TEORICO

Lactosuero

El suero ha sido un producto ampliamente reconocido desde la primera elaboración de queso hace 8000 años. En los siglos XVII y XVIII, el suero se valoraba como una sustancia con propiedades médicas, pero posteriormente se convirtió en un subproducto no deseado de la industria quesera. Tradicionalmente, el suero solía ser desechado en campos agrícolas o vertido en ríos y océanos. Sin embargo, hacia la mitad del siglo XX, en los países productores de queso, muchos gobiernos en todo el mundo aprobaron leyes para prohibir su liberación en el entorno natural. En la actualidad, la producción global anual de suero aumenta aproximadamente un 2%, lo que se corresponde con el crecimiento anual de la producción de leche.

El suero, en la producción de queso, constituye la parte líquida de la leche que se separa de la cuajada. Hay dos variedades de suero de queso: el dulce y el ácido. El primero se forma a través de la coagulación enzimática (*según Saito et al. 1991*), y aunque es un subproducto, aún contiene proteínas, lactosa, grasa, vitaminas y minerales que pueden ser aprovechados en la alimentación del ganado (*como señaló Zúñiga en 1990*), en la creación de fórmulas para bebés, en la producción de *bebidas* (*según Saito et al. 1991*), galletas o incluso en la elaboración de requesón (*según Wuthrich en 1981*).

De acuerdo con *Pérez (1977)*, en muchas ocasiones, en nuestra región, las queserías desechan el suero en los ríos, lo que conlleva a la contaminación del agua, ya que el suero demanda oxígeno en términos de su demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la cual oscila entre 40 y 50 gramos por litro.

Además, el residuo de queso es la principal fuente de contaminación resultante en el proceso de fabricación de queso (*conforme a Rajeshwari et al., 2000*). Este subproducto puede dar lugar a diversas

repercusiones medioambientales, tal como se ha indicado en los estudios de *Prazeres et al. (2012)* y *Rivas et al. (2011)*, y, por lo tanto, no debe ser descargado sin previo tratamiento en el entorno natural.

El suero es un subproducto de la elaboración del queso o una caseína producción. Basado en el método de coagulación de caseína, ácido o suero dulce. Alrededor del 70% del suero es procesado en diferentes productos, y alrededor del 30% del suero todavía se está procesando utilizado para la alimentación de cerdos, esparcido en tierras agrícolas como fertilizante o incluso arrojados a los ríos o al mar.

Composición del lactosuero

La composición química del suero varía según el método utilizado en su producción (suero ácido o suero dulce). El suero generalmente contiene alrededor del 50% de los componentes de la leche, como la lactosa (~70%, dependiendo de la acidez del suero), proteínas del suero (~14%), minerales y algo de grasa. Las principales diferencias se encuentran en los niveles de calcio, fosfato, ácido láctico y lactato, que son más altos en el suero ácido que en el suero dulce (tabla 1). (R. Božanić, et al. 2014)

Tabla 1. Composición (g/L) de suero dulce y ácido (R. Božanić, et al. 2014).

Suero	Solidos Totales	Lactosa	Proteínas	Calcio	Fosforo	lactato	cloruros
Dulce	6.3.0 – 70.0	46.0 – 52.0	6.0 – 10.0	0.4 – 0.6	1.0 – 3.0	2.0	1.1
Acido	63.0 – 70.0	44.0 – 46.0	6.0 – 8.0	6.0 – 8.0	2.0 – 4.5	6.4	1.1

Desde la perspectiva nutricional, las proteínas del suero son los elementos más destacados en el suero.

Están constituidas por fracciones termosensibles, tales como la β -lactoglobulina (β -Lg), la α -lactoalbúmina (α -La), la albúmina sérica e inmunoglobulina, así como la proteosa-peptona termoestable. (R. Božanić, et al. 2014)

Requesón

Según *Modler (1988)*, se describe la ricotta o requesón como un queso de textura suave y untuosa con un ligero matiz de sabor a caramelo, el cual se elabora a partir del suero dulce. Además, *Modler* señala que se combina con el suero un porcentaje que oscila entre el 5% a 25 % de leche entera o descremada fluida o en polvo, obteniendo un producto de 50 a 80 % de humedad, 3 a 20 % de grasa y arriba de 1.5 % de sal, con una vida útil que varía desde cinco días (Ricotta o, sf) hasta cinco semanas (Kosikowski, 1978).

Se sabe bien en Centroamérica lo que es el requesón y es un queso semi-sólido, cremoso, suave y sabor dulce, pero *Jones (1978)* nos dice que este producto también es conocido como: Ricotta en su país de origen, Además, se señala que el queso Ricotta se obtiene a partir del suero generado durante la producción de quesos como Mozzarella, Provolone, Cheddar y suizo. También se menciona que, en Suiza, se agrega un 10% de leche entera al suero y se utiliza vapor para coagular la cuajada. (Ortiz Quintanilla, C. M. 1998).

El queso Ricotta o también conocido como requesón, no se considera un queso, sino un producto lácteo que se obtiene a partir del suero de la leche. Se produce mediante la fermentación del suero que queda después de la elaboración de otros quesos. Esta fermentación se logra gracias a la actividad de ciertas bacterias lácticas conocidas como lactobacillus. (Varnam y Sutherland, 1995)

Los quesos de suero, como el requesón o la ricotta, son productos que se obtienen a partir del suero de quesos elaborados a partir de leche entera, semidescremada o descremada, pasteurizada y proveniente de vacas, cabras u ovejas. Estos quesos se forman mediante la coagulación del suero por calentamiento en un entorno ácido, lo que promueve la formación de la cuajada. Luego, esta cuajada se saliniza, se somete a un proceso de drenaje, se moldea, se empaqueta, se etiqueta y se refrigera posteriormente para su conservación. Además, es posible incorporar otros ingredientes y aditivos alimentarios en su elaboración. (Estrada. 2011).

Elaboración del requesón

Tipos de elaboración

1. Con base al artículo Caracterización del lactosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración de queso cocido (asadero) región Sonora en la elaboración de requesón a partir de lactosuero dulce proveniente de elaboración de queso fresco regional (LQF), el pH se ajustó a 5.2 con ácido cítrico antes del tratamiento térmico utilizando. Los lactosueros de queso cocido (asadero) primario (LPQC) y secundario (LSQC) no requirieron ajuste por encontrarse a pH ácido de 5.2-5.4. El proceso consistió en calentar el lactosuero a una temperatura de 93-98 °C por 15 min con agitación constante y un reposo de 30 min a temperatura ambiente para su enfriamiento de 45-55 °C. Posteriormente, la solución se filtró con una manta cielo para recuperar los sólidos agregados. La manta con los sólidos retenidos se dejó drenar en refrigeración a una temperatura de 5-10 °C aproximadamente 12 hrs. para obtener el requesón. La composición química, características de textura y color del requesón fueron determinadas en fresco. (Manzano et al., 2019)
2. En la primera etapa, se procedió a calentar rápidamente el suero de leche hasta alcanzar los 40°C. Una vez alcanzada esta temperatura, se iniciará la reducción gradual de la intensidad del calentamiento a un ritmo de 2°C por minuto, con la agitación lenta simultánea del sueño para garantizar una distribución uniforme del calor en toda la sustancia. Cuando la temperatura alcanzó los 70°C, se observará una opacidad en el sueño, provocada por la formación de pequeñas partículas que precipitarán y se elevarán hacia la superficie del líquido. Con el objetivo de mejorar el rendimiento y acelerar el proceso, se introducirá ácido acético en una proporción del 0.07% en relación al suero a tratar (2 litros), seguido de una agitación para homogeneizar la muestra. Se notó una rápida precipitación de sólidos y proteínas, los cuales se elevaron juntos hacia la superficie, formando una masa blanca. (Tapia. 2015)

Después de conseguir la recepción de los sólidos y proteínas, la combinación se dividió en dos fases distintas: líquida y sólida. Para separar la fase sólida, se lleva a cabo un proceso de filtración básico después de enfriar la mezcla. La filtración puede realizarse mediante el uso de paños queseros o cualquier filtro que garantice la retención segura de los sólidos sin riesgo de que se rompan. Por último dejar enfriar para obtener los sólidos totales (requesón). (Tapia. 2015)

3. Otro método de elaboración de requesón es someterlo a tratamiento térmico a 70°C de la mezcla de suero y leche provocando la coagulación de las proteínas, formando albúmina blanca y escalas de globulina. Este coágulo flota en la superficie del suero calentado, generando cierta cantidad de espuma que debe eliminarse. A medida que se aumenta la temperatura a 90-95°C durante 10-20 minutos, la cuajada precipitada comienza a "romperse". Luego, se retira el caldero de queso y se coloca en moldes de plástico perforados para escurrir durante 4-6 horas o en bolsas de tela durante 6-8 horas. La salazón puede realizarse durante el calentamiento o al agregar sal a la cuajada después del escurrido. El queso de suero casero tradicional se produce principalmente a partir de suero de leche de oveja debido a su mayor contenido total de sólidos en comparación con el suero de leche de vaca. A veces, el suero de leche de cabra también se utiliza, pero la composición química varía debido al tipo de suero y aditivos utilizados durante el procesamiento. (R. Božanić, et al. 2014)

“La NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones sanitarias y nutrimentales que debe cumplir los quesos de suero o mejor conocido como requesón. Con base a esta norma se puede verificar si un producto de este tipo es válido o no para vender a los consumidores. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>”

Nutrientes del requesón

Las principales fuentes nutricionales del requesón son Proteínas, fósforo, niacina, riboflavina y vitamina B12. Las proteínas que contiene el requesón son lactoglobulina, lactoalbúmina y caseínas estas proteínas son de mayor valor biológico que en la mayoría de otros productos lácteos debido que en el lactosuero se queda retenidas en estas proteínas necesaria para el consumo humano. (Yarnam y Sutherland, 1995). Además, es un alimento rico en calcio que ayuda al fortalecimiento de los huesos, por ende, se recomienda consumir en la dieta.

Tabla 2. Composición nutricional

Composición Nutricional	Por 100 g de porción comestible
Energía (Kcal)	98
Proteína (g)	13.6
Lípidos totales (g)	4
AG saturados (g)	2.17
AG monoinsaturados (g)	1.03
AG poliinsaturados (g)	0.1
Colesterol (mg/1000 kcal)	19
Hidratos de carbono (g)	1.8
Fibra (g)	0
Agua (g)	80.6
Sodio (mg)	415
Calcio (g)	60
Fósforo (mg)	150
Riboflavina (mg)	0.23
Equivalente a niacina (mg)	3.3

Vitamina B ₁₂ (µg)	0.6
Potasio (mg)	72

(Yarnam y Sutherland, 1995)

Tecnologías suaves de conservación de alimentos

Las tecnologías suaves de conservación en alimentos se refieren a métodos de preservación y procesamiento de alimentos que tienen como objetivo prolongar la vida útil de los productos alimenticios sin recurrir a procesos de calor o métodos de conservación intensivos, como la pasteurización o la esterilización. Estas tecnologías suaves buscan mantener la calidad, textura, sabor y valor nutricional de los alimentos de una manera más natural. Algunos ejemplos de tecnologías suaves de conservación en alimentos incluyen:

1. Refrigeración y almacenamiento en frío: Mantener los alimentos a temperaturas bajas, generalmente en el rango de 0°C a 5°C, para ralentizar el crecimiento de microorganismos y retrasar el procesamiento.
2. Congelación: La congelación de alimentos.

Hay diversas variedades de tecnologías suaves disponibles para la conservación de alimentos, sin embargo, en este proyecto nos centraremos en la aplicación de envasado al vacío, luz ultravioleta y ozonización.

Envasado al vacío

El proceso de envasado al vacío implica la eliminación del aire de la bolsa o del recipiente que contiene el producto, lo que reduce la cantidad de oxígeno restante a menos del 1%. De esta manera, al eliminar el oxígeno del alimento, se previene el crecimiento de bacterias y hongos que requieren oxígeno para sobrevivir. (Mapfre, B. H. 2021)

El envasado al vacío es una técnica estática de almacenamiento bajo condiciones de baja presión que se emplea ampliamente en la industria alimentaria debido a su eficacia para minimizar las reacciones de oxidación en el producto a un costo relativamente bajo. En este proceso, el producto se coloca dentro de un envase fabricado con un material que tiene una baja capacidad para que el oxígeno lo atraviese, y luego se cierra herméticamente después de eliminar el aire del interior. (Purushotam y Ganguly 2014.)

El embalaje al vacío (VP) no es adecuado de manera generalizada para todos los tipos de quesos. Aunque puede retrasar el crecimiento de ciertos microorganismos, puede provocar consecuencias no deseadas como cambios en el color, sabor y textura, o la presencia de un exceso de humedad en la superficie debido a la migración de agua desde el interior (Pantaleão et al., 2007).

A pesar de que varios autores han examinado de manera individual la influencia del envasado al vacío en la composición y reología de los quesos (Casti et al., 2016; Adhikari et al., 2018; Todaro et al., 2018), hasta el momento no existe ningún estudio completo que analice de manera conjunta todos estos efectos. (Frau, F. et al. 2020).

Luz UV

La radiación ultravioleta es una forma de luz invisible que no ioniza, ubicada en la parte del espectro electromagnético entre la luz visible y los rayos X, según la NASA en 2019. Esta luz ultravioleta abarca un rango de longitudes de onda que va desde 100 a 400 nm y genera cuatro tipos principales de rayos UV: UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm), UVC (200-280 nm) y vacío-UV (100-200 nm) como se muestra en la Figura 1. De la página 147 del artículo "Radiación ultravioleta: Una tecnología interesante para preservar la calidad y seguridad de la leche y los productos lácteos". Los rayos UV-C se consideran germicidas debido a su efectividad letal en varios microorganismos, como bacterias, virus, protozoos, hongos y algas, según Shin, Kim, Kim y Kanga en 2016.

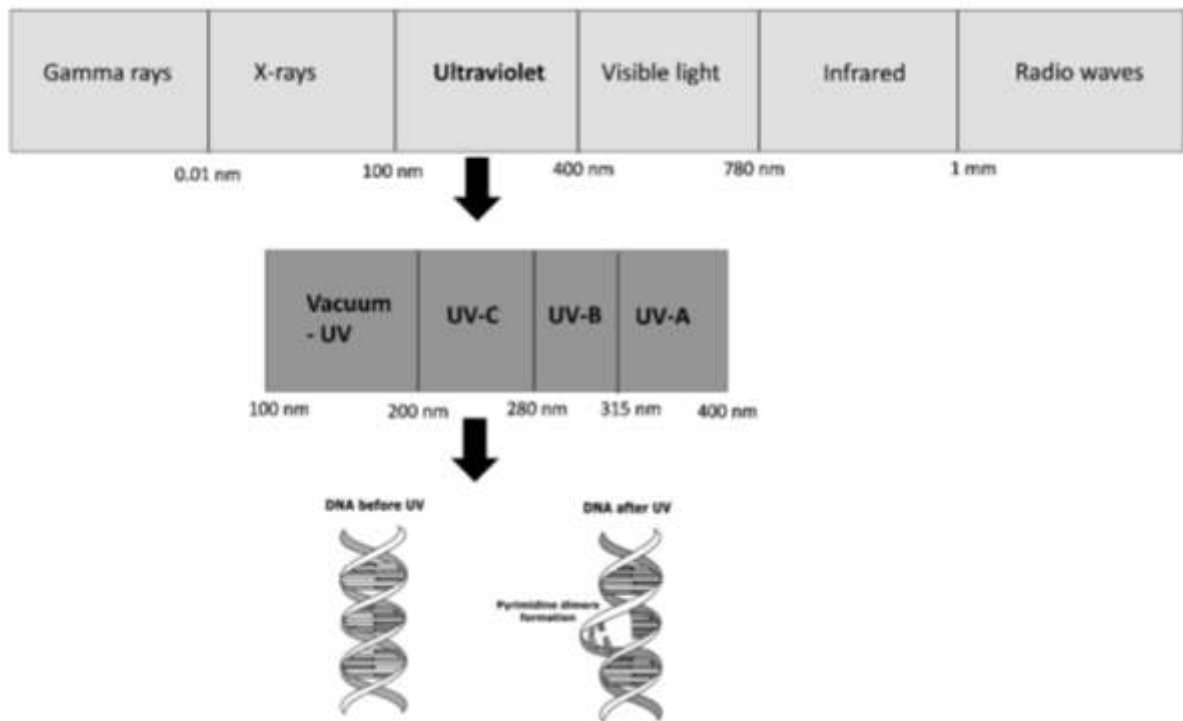


Figura. 1. Radiación UV y longitudes de onda, y mecanismo implicado en la inactivación microbiana.

En la Tabla 3 de la página 152 del en base al artículo, se señala que, en términos generales, el uso de radiación ultravioleta en alimentos no conlleva efectos adversos significativos en la leche y los productos lácteos, especialmente cuando se emplea en cantidades moderadas (Krishnamurthy, Demirci, & Irudayaraj, 2007). No

obstante, también se ha observado que la aplicación de dosis más elevadas de radiación ultravioleta puede dar lugar a la pérdida de valor nutricional, degradación de la calidad y la formación de compuestos indeseables (Orlowska et al., 2013). La posible influencia de los rayos UV-C en las propiedades de la leche y los productos lácteos se detalla en la Figura 3. (Orlowska et al., 2013)

Tabla 3. Efecto de la tecnología de radiación ultravioleta sobre los parámetros de calidad de los productos lácteos.

Parámetros de calidad	Producto lácteo	Parámetros de procesamiento UV	Resultados	Referencia
pH, color, contenido de humedad y oxidación de lípidos.	Queso kashar fresco	✓ Luz ultravioleta de pulsos de 5, 30 y 60 s. ✓ 3 pulsaciones/segundos ✓ 5, 15, 30, 45, 60 s ✓ Distancia de la lámpara-productos 5, 8 y 13 cm	✓ No hay efectos sobre la oxidación de lípidos, el pH y el contenido de humedad del queso kashar después de los tratamientos ✓ cambios significativos en el color ✓ PUV tiene potencial como tecnología de posprocesamiento para descontaminar superficies de quesos semiduros sin afectar las principales características físico-químicas.	Keklik et al. (2019)

Tabla 3

Efecto de la tecnología de radiación ultravioleta sobre los parámetros de calidad de los productos lácteos.

Parámetros de calidad	Producto lácteo	Parámetros de procesamiento UV	Resultados	Referencias
pH, actividad del agua y análisis sensorial.	Quesos gouda y manchego	Luz ultravioleta pulsada ✓Fluencias de 0,9, 2,1, 4,2 y 8,4 J/cm ²	✓Sin efecto sobre el pH inicial y la actividad del agua (Wa, 0,94-0,95) durante el almacenamiento para ambas variedades de queso. ✓Diferencias de olor y sabor (fluencias 4,2 J/cm ²), debido al desarrollo de notas azufradas.	Fernández et al. (2016)
Oxidación de proteínas	Queso fundido	Luz UV pulsada ✓0,7, 2,1, 4,2, 8,4 y 11,9 J/cm ² fluencias	✓Los tratamientos < 4,2 J/cm ² no aumentaron la oxidación de proteínas. ✓ Los tratamientos de 8,4 y 11,9 J/cm ² mostraron cantidades de carbonilo significativamente mayores que los no tratados.	Fernández et al. (2014)
Oxidación y rancidez hidrolítica y análisis sensorial.	Leche de cabra	Irradiación ultravioleta ✓254 nm ✓ 15,8 1,6 mJ/cm ² Dosis UV ✓18 s	✓ Provocó cambios en las características sensoriales. ✓La sustancia reactiva al ácido tiobarbitúrico y el ADV dependieron de la dosis de UV. ✓El aroma de los productos tratados con rayos UV se describió como estiércol, apestoso, banyard y caprino.	Matak et al. (2007)
pH, contenido de sólidos solubles, viscosidad y color.	Leche entera pasteurizada	Lámparas UV pulsadas (HIP) y lámparas continuas de mercurio (LPM y MPM) ✓5 mJ/cm ² (HIP) ✓10 mJ/cm ² (LPM y MPM)	✓Sin efecto sobre el pH. ✓La viscosidad se mantuvo casi sin cambios. ✓El sólido soluble y el color no fueron alterados. ✓La precipitación de proteínas se observó utilizando lámparas MPM y HIP-1.	Orlowska et al. (2013)
Peroxidación lipídica y color.	Queso americano blanco.	Luz ultravioleta pulsada ✓3 pulsos/s ✓1,27 J/cm ² por pulso ✓5. Distancias lámpara-producto de 8 y 13 cm ✓5, 30 y 60 s	✓No afecta el color y la calidad química de los quesos aplicando tratamientos suaves (8 cm por 30 s). ✓Los quesos envasados y no envasados pueden ser tratados con luz UV pulsada sin provocar cambios inaceptables en los parámetros de calidad evaluados.	Can et al. (2014)
pH, color, contenido de humedad y oxidación de lípidos.	Queso Kashar Fresco	Luz ultravioleta pulsada ✓3 pulsos/s ✓5, 15, 30, 45, 60 segundos ✓Distancias lámpara-producto de 5, 8 y 13 cm	✓Sin efectos sobre la oxidación de lípidos, el pH y el contenido de humedad de queso kashar después de los tratamientos. ✓Cambios significativos de color. ✓PUV tiene potencial como tecnología de posprocesamiento para descontaminar superficies de quesos semiduros sin afectar las principales características físico-químicas.	Keklik et al. (2019)

Un estudio analizó los efectos en la tonalidad y la oxidación de los lípidos en el queso sometido a diferentes niveles de tratamiento con radiación ultravioleta, que incluyeron niveles suaves (5 segundos a una distancia de 13 centímetros), moderados (30 segundos a 8 centímetros) y extremos (40 segundos a 5 centímetros). Los resultados revelaron que los quesos no experimentaron cambios notables en su color y en su calidad físico-química después de los tratamientos suaves, como se informa en el estudio de Can et al. en 2014.

Ozono (O₃)

El ozono (O₃) es una molécula formada por tres átomos de oxígeno. A diferencia del oxígeno molecular común, que consiste en dos átomos de oxígeno (O₂), el ozono es una forma más reactiva y menos estable del oxígeno. El ozono se forma en la atmósfera terrestre en la región conocida como la estratosfera, donde la radiación ultravioleta del sol descompone las moléculas de oxígeno (O₂) en átomos de oxígeno individuales, que luego se combinan con otras moléculas de oxígeno (O₂) para formar ozono (O₃).

El fenómeno de la corona se origina debido a la acumulación de cargas eléctricas de alta tensión en los conductores. Cuando esta acumulación de cargas eléctricas alcanza un nivel máximo, el aire circundante se vuelve ligeramente conductivo, lo que permite que las cargas eléctricas se liberen, generando un sonido característico y emitiendo luz. (TopOzono. (2021)).

Para que ocurra el efecto corona, se requiere un potencial de al menos 3.000.000 de Voltios por metro en condiciones de aire seco a nivel del mar. En otras palabras, para que se produzca el fenómeno, es necesario que se genere una descarga eléctrica que atravesase una distancia de 1 metro con dicho potencial como mínimo. (TopOzono. (2021)).

En el artículo “Uso de ozono en cadena productiva de queso Mozzarella de alta humedad”, dice como se aplicó el ozono para conservar el queso Mozzarella que es un tipo de queso blando y el propósito de este estudio fue evaluar la eficacia del ozono en la disminución de la cantidad de bacterias vivas que provocan el deterioro durante la fabricación de queso Mozzarella con alto contenido de humedad (HM). Inicialmente, las muestras de queso Mozzarella se sumergieron en agua ozonizada (2 mg/L), se mantuvieron a bajas temperaturas y se supervisaron a lo largo de su período de conservación. En una etapa posterior, antes del envasado, se expusieron las muestras de queso a contacto directo con agua ozonizada a concentraciones de ozono de 2, 5 y 10 mg/L

durante 60 minutos. Luego, se probaron niveles de ozono gaseoso en concentraciones de 10, 20 y 30 mg/m³ durante diferentes intervalos de tiempo. En estos experimentos, se verifica que el ozono no resultó efectivo en la eliminación de microorganismos de la superficie de los quesos. (Segat, A., et al. 2014).

Parámetros de calidad del requesón

pH

El pH es una característica fisicoquímica que se utiliza como parámetro de calidad en el requesón con valores de pH de 6.20-6.50 para obtener un producto fresco.

Debido a la composición química que presenta, principalmente pH y humedad, el requesón presenta una vida útil muy limitada, ya que presenta las condiciones idóneas para el crecimiento de microorganismos según el *Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*, ya que este producto lácteo contiene una gran cantidad de humedad >70% y dependiendo del proceso puede llegar a retener una humedad máxima de 80%. (Mazorra. M. A. et al. 2019)

Acidez titulable para °D

La acidez determina la cantidad de ácido presente en una sustancia. Un ácido se define como una sustancia química que libera iones de hidrógeno al entrar en contacto con el agua y genera sales al combinarse con determinados metales. La acidez se evalúa mediante una escala conocida como el pH, donde un valor de 7 es considerado neutro, y los valores que van desde menos de 7 hasta 0 indican un incremento en la acidez. (Colunga. E. et al. 2021)

El propósito de medir la acidez en el queso resulta crucial monitorizar las variaciones en el pH o la acidez a lo largo de todo el proceso de fabricación de queso. En la industria, comúnmente se emplea la fenolftaleína para medir este parámetro, pero resulta más práctico y sencillo utilizar tiras específicas para la medición del pH diseñadas para la elaboración de quesos. El valor del pH o la acidez desempeña un papel significativo en el éxito del proceso de maduración prolongada. Este método también se utiliza en los monitores del parámetro de calidad del requesón. (Colunga. E. et al. 2021)

De acuerdo con Mazorra M. A. y colaboradores en el artículo "Caracterización del lactosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración de queso cocido (asadero) región Sonora" los °D para medir la acidez del requesón con lactosuero de queso fresco o asadero su °D optimo es de 9.7. (Mazorra. M. A. et al. 2019)

Análisis sensorial

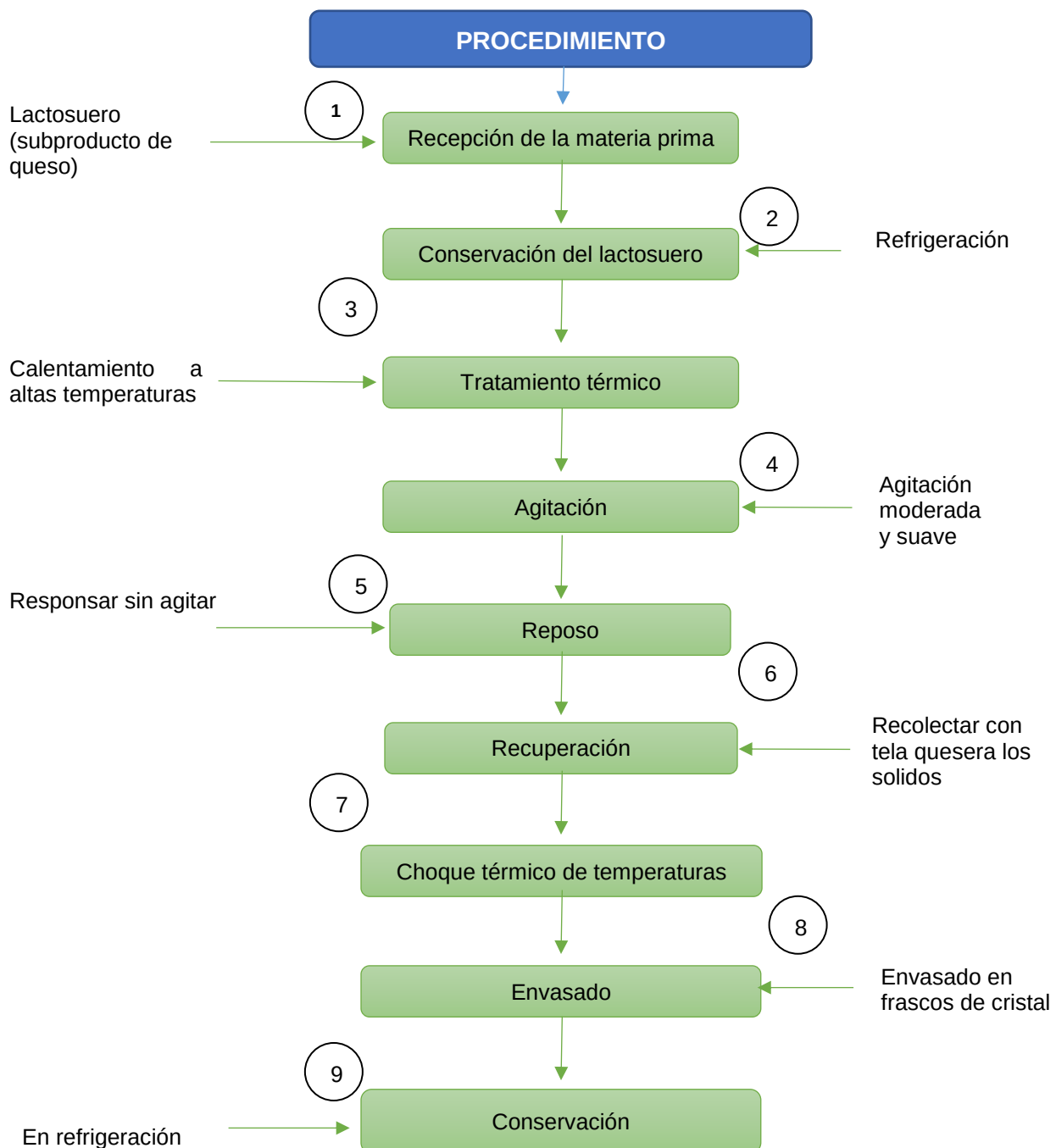
En el estudio titulado "Evaluación funcional, textural, fisicoquímica y sensorial del requesón estandarizado con coagulantes de grado alimentario", se examinaron las características de calidad del requesón a lo largo de un periodo de almacenamiento de 28 días. Se realizaron un cabo análisis aproximados que abarcaron mediciones de humedad (%), grasa (%), proteínas (%), pH y acidez (%) del requesón. Estos parámetros se determinarán siguiendo el protocolo estándar establecido por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (2000). (Ali. M.B. et al. 2021).

Además, se llevó a cabo una evaluación del perfil de textura del requerimiento utilizando un análisis que abarcó características como la dureza, Cohesividad, gomosidad, elasticidad y masticabilidad del requesón. La determinación de este perfil de textura se realizó siguiendo el protocolo estándar descrito por Brickley y colaboradores en 2007. (Ali. M.B. et al. 2021).

A través de la evaluación sensorial en este artículo, se examinaron muestras de solicitud con el fin de identificar y valorar sus atributos sensoriales. Este análisis se llevó a cabo utilizando una escala hedónica de nueve puntos, siguiendo los protocolos estándar establecidos por Awad y colaboradores en 2004. (Ali. M.B. et al. 2021).

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En el presente proyecto se realizó una serie de actividades para la preparación de requesón que se llevó a cabo en el laboratorio de posgrado e investigación en ciencias ambientales en el instituto tecnológico de Culiacán. Anteriormente se mencionó que requesón es un producto lácteo realizado a base del suero de la leche de distintos quesos, en este caso, la empresa lácteos Cazares nos proporcionó el suero de queso de asadera.



APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

Envasado al vacío

Se utiliza la técnica de envasado al vacío después de que el producto ha sido finalizado, empleando un equipo especial para llevar a cabo el proceso de vacío y sellado. En primer lugar, se procede a calentar la envasadora al vacío durante 10 minutos, alcanzando una presión de -1 bar según el vacuómetro, con el fin de lograr un sellado y vacío adecuado. Simultáneamente, mientras el equipo se recalienta, se pesa el producto utilizando una balanza analítica, distribuyendo 20 gramos en cada una de las 10 bolsas de vacío fabricadas con poliamida y polietileno. Estas bolsas se introducen luego en el equipo para recibir el tratamiento, que consiste en un sellado y vacío adecuado.



Figura 2. Empacadora al vacío TORREY



Figura 3. Requesón envasado al vacío con refrigeración



Figura 4. Requesón envasado al vacío sin refrigeración

Se procedió a realizar el envasado al vacío del requesón aplicando dos tratamientos diferentes, uno con refrigeración y otro sin refrigeración (20 muestras en conjunto). El objetivo era evaluar la vida útil del producto en ambos tratamientos, utilizando las variables de pH y °D como indicadores principales. Estos parámetros fueron considerados para determinar si el producto se encontraba en un proceso de fermentación o no, siendo fundamentales para medir la duración efectiva del producto en el estante.

Luz UV

Se utilizó la técnica de luz ultravioleta (UV) para extender la vida útil del requesón. Esta metodología implicó la creación de una cámara oscura mediante un vaso precipitado de 1000 mL envuelto en papel aluminio para evitar la fuga de luz UV. La muestra de requesón se colocó en un frasco de cristal abierto, y se expuso a la lámpara de luz UV durante un periodo de tiempo corto con el propósito de eliminar cualquier microorganismo (m.o.) perjudicial y prevenir una fermentación rápida del producto. Posteriormente, se cerró el recipiente lo más rápidamente posible en un entorno estéril para evitar la contaminación cruzada. Además, el producto fue distribuido en 20 frascos de vidrio que contenían requesón, dividiéndose en dos grupos de tratamiento. Un conjunto fue expuesto a luz ultravioleta (UV) con refrigeración, mientras que el otro conjunto consistió en muestras expuestas a luz UV sin refrigeración. El propósito era evaluar la duración efectiva en el estante para ambos tratamientos y determinar cuánta vida útil podía obtenerse en cada uno de ellos.



Figura 5. Demostración del equipo



Figura 6. Realización de cámara oscura



Figura 7. Esterilización del área



Figura 8. Muestras con luz UV

Ozono

El método de conservación del requesón para prolongar su vida útil también incluyó el uso de ozono como tratamiento con refrigeración y sin refrigeración. Este procedimiento implica la administración controlada de ozono mediante un ozonizador durante un tiempo específico, con una concentración de 1000 mg/h. Para garantizar la seguridad del personal expuesto al gas, el equipo se colocó dentro de una campana de extracción, y se utilizaron mascarillas especiales para filtrar el ozono y prevenir posibles efectos adversos. La muestra de requesón se colocó en un frasco de vidrio dentro de un vaso precipitado de 1000 ml, que se selló con papel aluminio antes de someterse al tratamiento. Posteriormente, la muestra se refrigeró.



Figura 9. Ozonizador dentro de la campana de extracción



Figura 10. Personal con mascarilla de protección



Figura 11. Muestra ozonizada

PARÁMETROS DE CALIDAD

pH

Se empleó un potenciómetro para medir el pH del requesón, proporcionando información sobre si su valor es ácido o básico. Para llevar a cabo la preparación destinada a la determinación del pH, se depositan los gramos deseados de la muestra en un vaso precipitado, y la cantidad se duplica con agua destilada para asegurar la precisión del análisis. Además de calibrar el dispositivo con agua destilada o una solución buffer para calibrarlo a un pH neutro de 7.



Figura 12. Potenciómetro



Figura 13.
Determinación de pH de
la muestra nueva



Figura 14.
Determinación de pH de
la muestra vieja

Determinación de acidez °D

Para evaluar la acidez del requesón, se empleó un procedimiento de titulación utilizando hidróxido de sodio (NaOH) y un indicador llamado fenolftaleína. Este indicador facilita la detección del final de la titulación al cambiar su color a rosa pastel. La cantidad de acidez en el producto se determina según los mililitros de hidróxido de sodio gastados en la bureta durante el proceso.



Fig. 15 Titulación



Fig. 16 Adición del NaOH



Fig. 17 Finalización de la titulación

Determinación de acidez titulable °D (AT °D)

La acidez titulable (AT, °D) se determinó en 9 mL de lactosuero con 3 gotas de solución indicadora (fenolftaleína) y titulando con NaOH 0.1N. %. (Mazorra. M. A. et al. 2019)

En esta instancia, se empleó esta evaluación específica en relación al requesón con el fin de examinar cómo evoluciona con el tiempo, determinando si ha experimentado acidificación o si se mantiene en condiciones adecuadas para el consumo por parte de los clientes.

Humedad y Aw

No se continuó con la monitorización de estos indicadores de calidad debido a la falta de variaciones significativas en el requesón. A lo largo del tiempo, no se observaron cambios sustanciales ni pérdidas en términos de humedad o actividad de agua (AW), ya que ambos se mantuvieron estables. Por esta razón, se concluyó que estos parámetros no tenían una influencia considerable en la extensión de la vida útil del producto, a pesar de contar con datos continuos, incluso en casos de deterioro del producto.



Fig. 18. Determinación de actividad de agua (AW)



Fig. 19. Determinación de humedad (%H)

4. RESULTADOS

Métodos de conservación

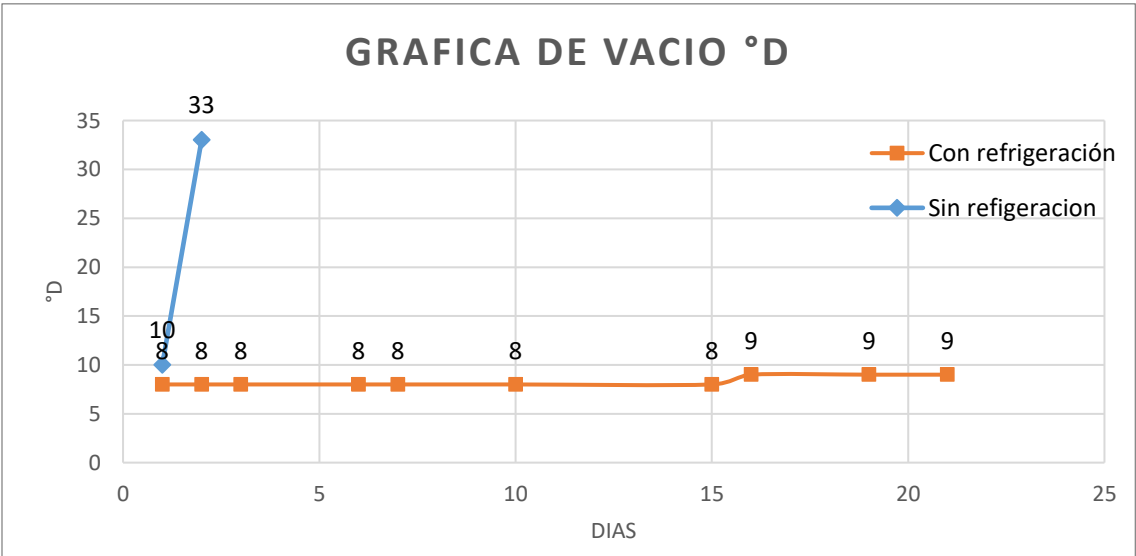
Envasado Al Vacío

El método con envasado al vacío tuvo buenos resultados de conservación con un tiempo de aproximadamente 21 días, teniendo un pH de 6.50, grados Dornic (°D) de 9 y con un análisis organoléptico excelente (olor, color, sabor y textura), sin embargo, por falta de muestras no hubo cambios significativos en los parámetros de calidad, es por ello que puede durar más de 21 días el producto con envasado al vacío.

Tabla 4. Resultados del requesón para determinación de acidez titulable en grados Dornic (°D) con refrigeración y sin refrigeración.

DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			°D									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VACIO	CON	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
2	VACIO	SIN	10	33								

Grafica 1. Grados Dornic (°D) de las muestras con y sin refrigeración

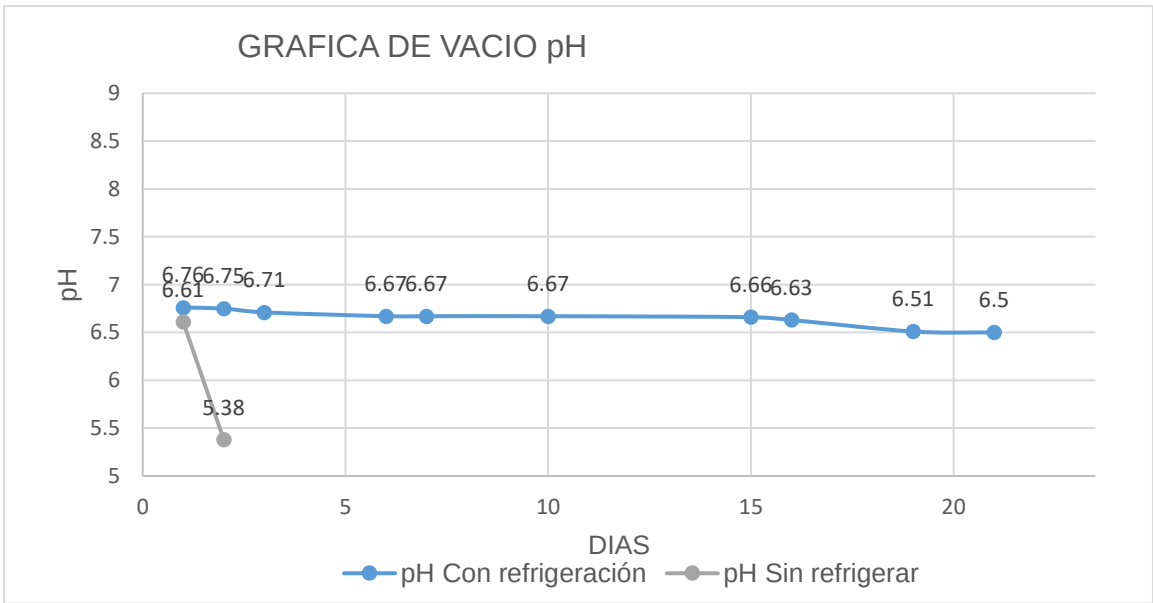


Se puede observar en la grafica que el requesón con refrigeración tuvo una acidez en grados °D constantes y no tuvo diferencias significativas en los datos obtendos. En cambio, sin refrigeración hubo cambios muy drásticos de acidez.

Tabla 5. Resultados del requesón para determinación de pH con refrigeración y sin refrigeración

DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			pH									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VACIO	CON	6.76	6.75	6.71	6.67	6.67	6.67	6.66	6.63	6.51	6.5
2	VACIO	SIN	6.61	5.38								

Grafica 2. pH de las muestras con y sin refrigeración

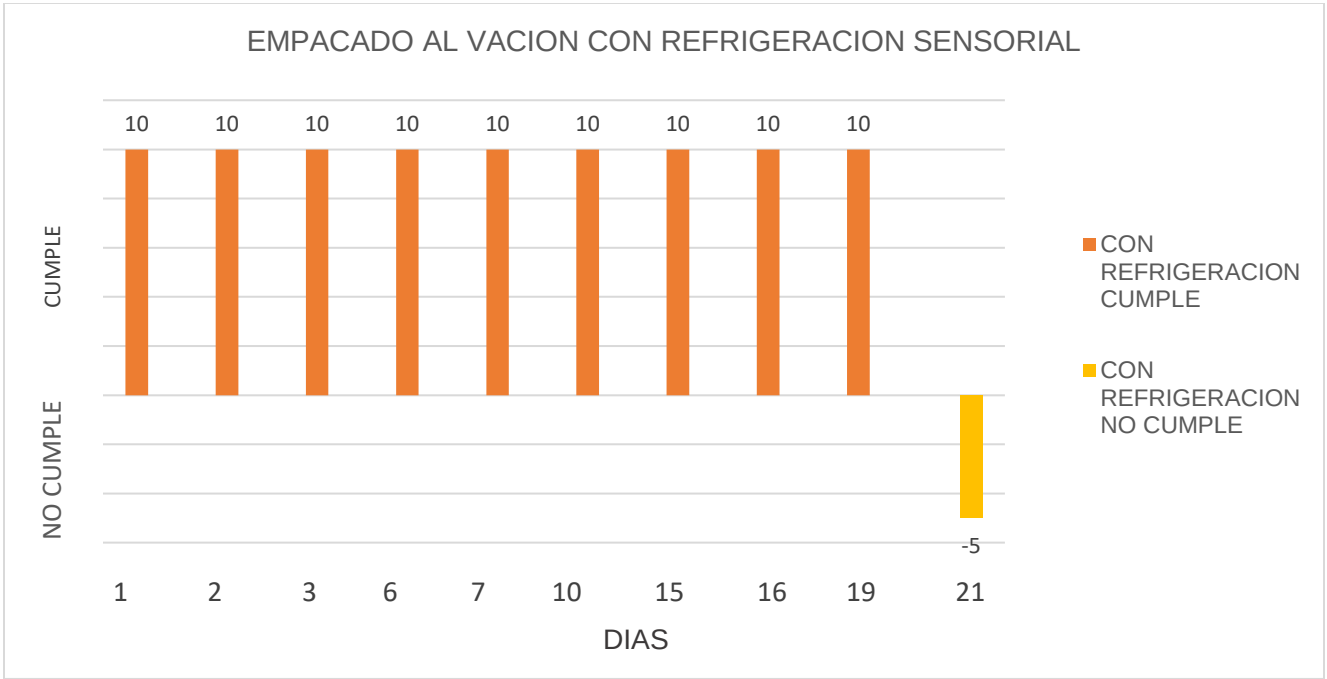


Se nota que los niveles de pH en las muestras refrigeradas son favorables, ya que después de 21 días no se observó una acidificación rápida. En contraste, las muestras sin refrigeración experimentaron una significativa disminución en los niveles de pH.

tabla 6. Análisis sensorial de empackado al vacío con refrigeración

DIAS	CUMPLE	NO CUMPLE
1	10	0
2	10	0
3	10	0
6	10	0
7	10	0
10	10	0
15	10	0
16	10	0
19	10	0
21	0	-5

Grafica 3. Grafica análisis sensorial del requesón con refrigeración

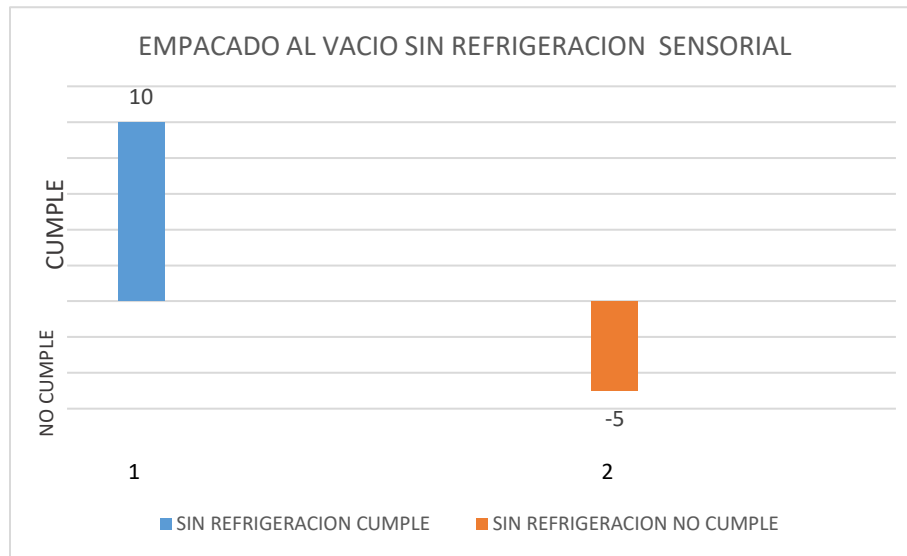


Se aprecia que durante los primeros 21 días, el requesón se mantiene en buen estado; sin embargo, se percibió un ligero cambio en el sabor en el día 21, lo que lo hace poco agradable para el consumidor. Por lo tanto, concluimos que no cumple con las características deseadas.

Tabla 7. Análisis sensorial de empackado al vacío sin refrigeración

DIAS	CUMPLE	NO CUMPLE
1	10	0
2	0	-5

Grafica 4. Grafica análisis sensorial del requesón sin refrigeración



Se observo que el primer día todas sus características sensoriales si cumple con los requisitos deseados, en cambio al siguiente día sus características era desfavorables.

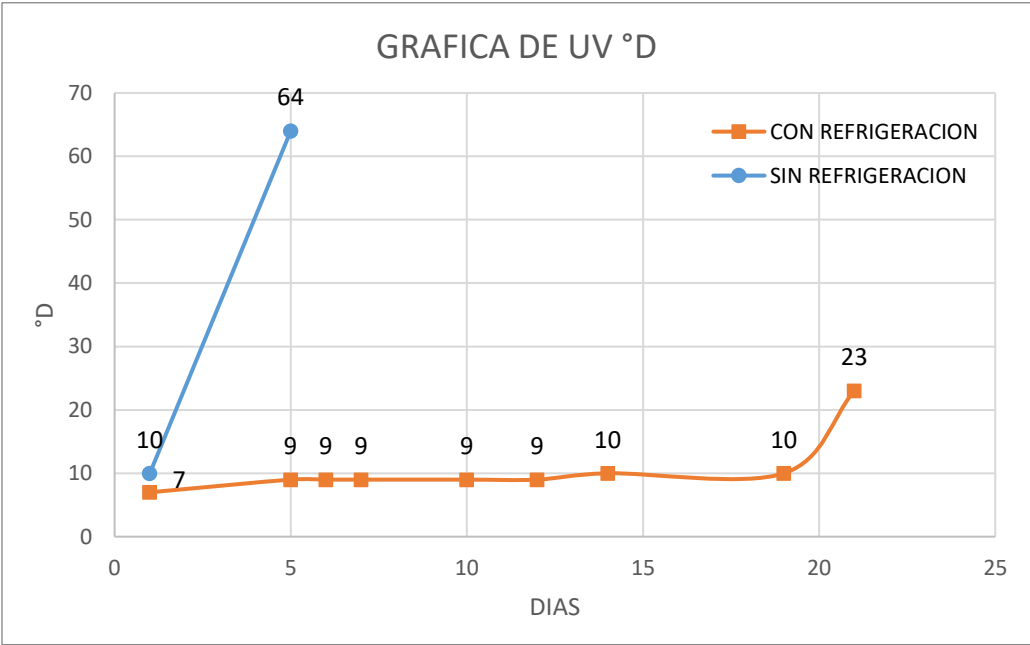
Luz UV

La luz UV, es un método que tuvo un promedio de conservación de 21 días, esta muestra se le administro con una lámpara de luz UV a una distancia entre 5 a 8 cm y en un tiempo de 30 segundos. Además de que el producto en los días del 20 al 21 ya tenía cambios organolépticos con un sabor ligero a queso oreado.

Tabla 8. Resultados del requesón para determinación de acidez titulable en grados Dornic (°D) con refrigeración y sin refrigeración.

DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			°D									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	LUZ UV	CON	7	9	9	9	9	9	10	10	23	
2	LUZ UV	SIN	10	64								

Grafica 5. Grados Dornic (°D) de las muestras con y sin refrigeración

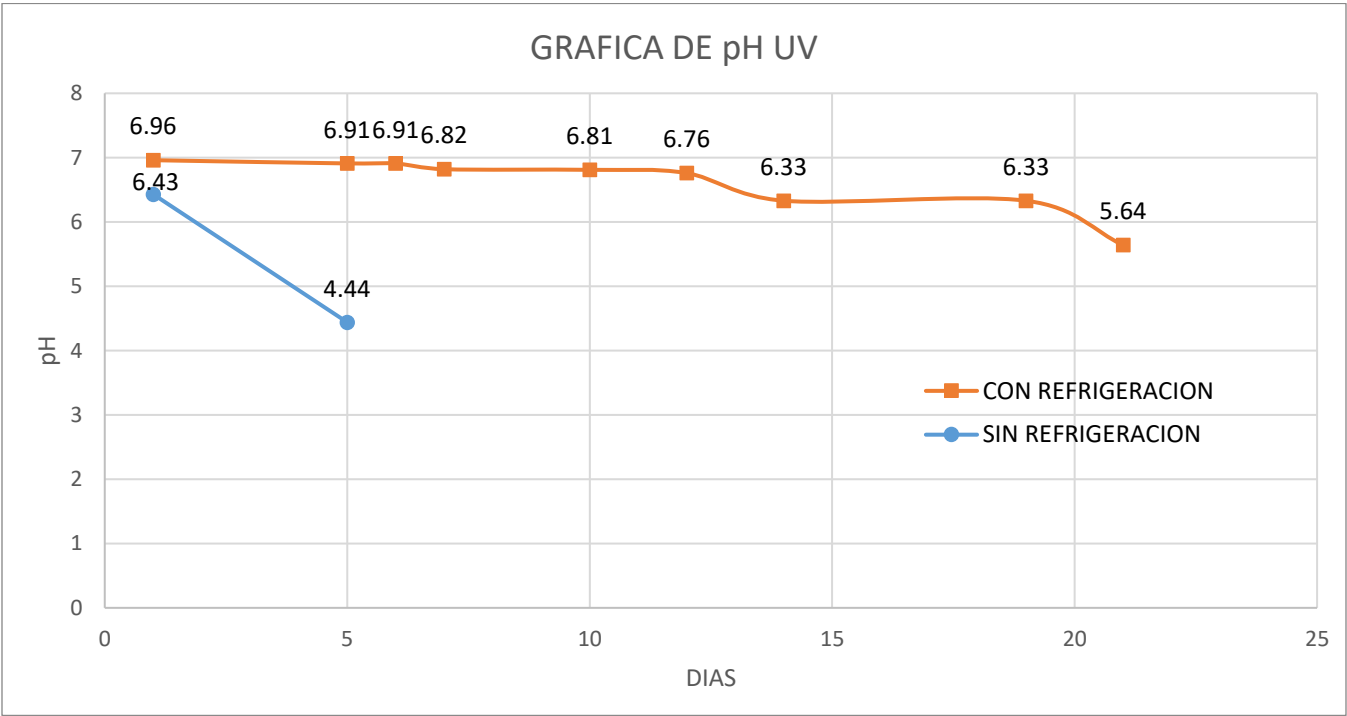


Se puede observar en la grafica que el requesón con refrigeración tuvo una acidez en grados °D constantes hasta el día 19 y el día 21 tuvo un cambio drástico de °D. En cambio, sin refrigeración el requesón cambios drásticamente la acidez.

Tabla 9. Resultados del requesón para determinación de pH con refrigeración y sin refrigeración

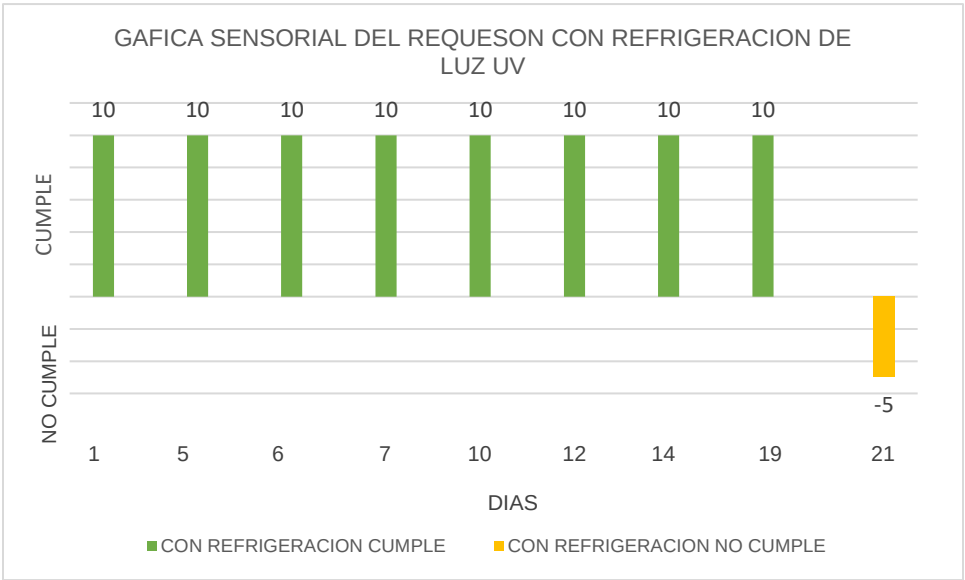
DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			pH									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	LUZ UV	CON	6.96	6.91	6.91	6.82	6.81	6.76	6.33	6.33	5.64	
2	LUZ UV	SIN	6.43	4.44								

Grafica 6. pH de las muestras con y sin refrigeración



Se puede nota que los niveles de pH en las muestras refrigeradas son favorables hasta el día 19 a comparcion del dia 21 ya que el pH era muy bajo. En contraste, las muestras sin refrigeración experimentaron una significativa disminución en los niveles de pH.

Grafica 7. Grafica de análisis sensorial del requesón con refrigeración de luz UV

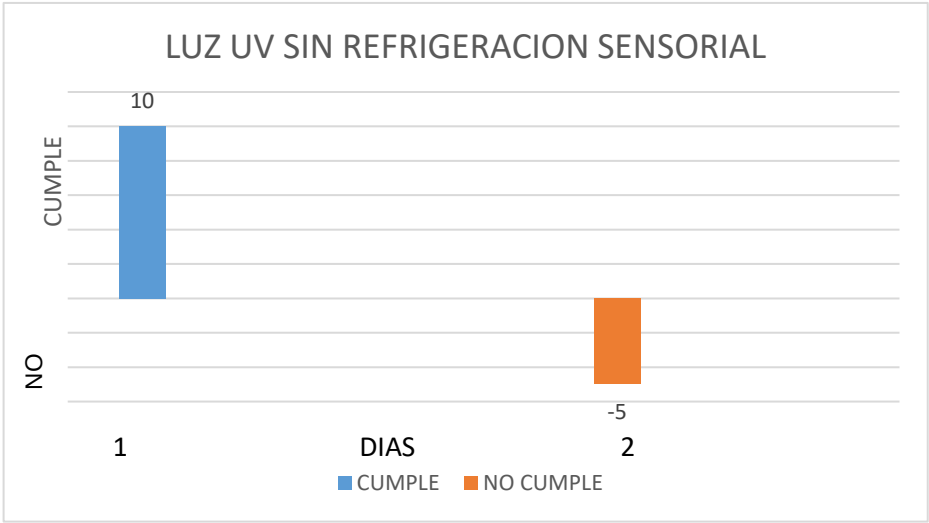


Se aprecia que durante los primeros 19 días, el requesón se mantuvo en buen estado; sin embargo, se percibió un gran cambio en el sabor en el día 21, lo que lo hace desagradable para el consumidor. Por lo tanto, concluimos que no cumple con las características deseadas.

Tabla 10. Análisis sensorial de luz UV sin refrigeración

DIAS	CUMPLE	NO CUMPLE	MUESTRAS
1	10	0	1
5	0	-5	2

Grafica 8. Grafica de análisis sensorial del requesón sin refrigeración de luz UV



El producto en cuestion el día 1 tenía buenas características organolépticas sin refrigeración, pero al día siguiente presentaron cambios muy drásticos sensoriales.

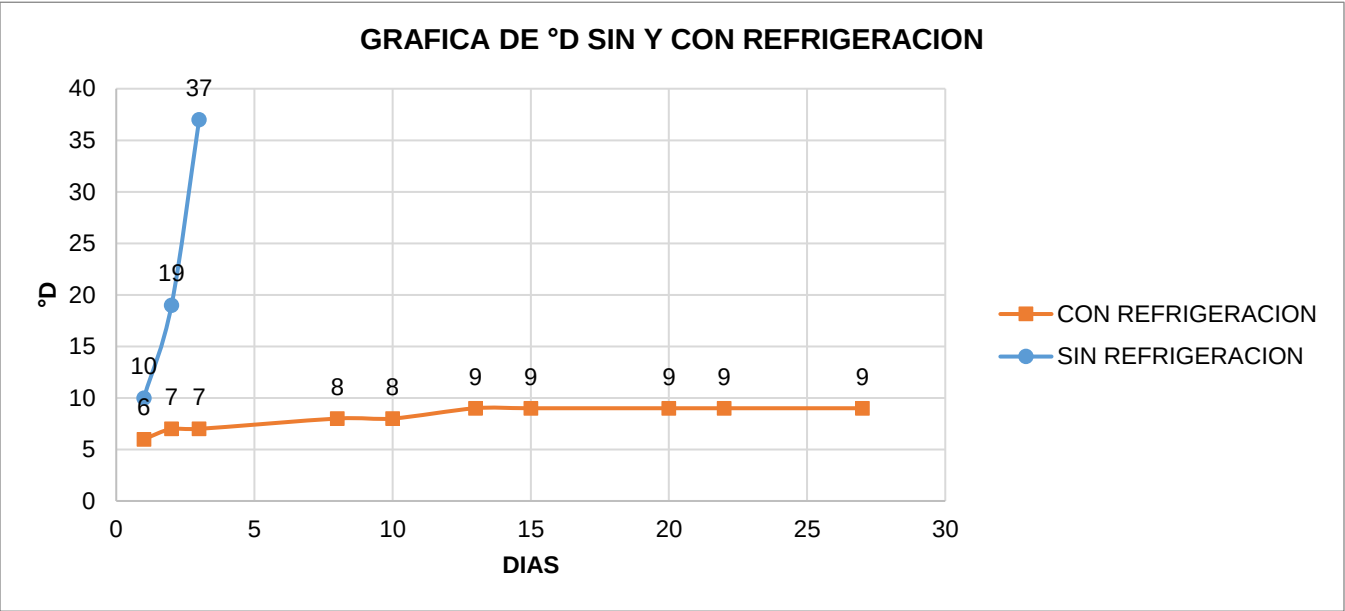
OZONO (O3)

El ozono se administró por medio de una manguera que expulsa O3 a la muestra ya envasada en un tiempo de 5 min con una concentración de 1000 mg/h, el requesón tuvo un tiempo más duradero de 27 días a diferencia de la muestra con luz UV duro solo 21 días, sin embargo, el ozono cambia ligeramente el olor y el sabor, dos factores importantes que se debe de tener en cuenta al momento de vender un producto.

Tabla 11. Determinacion de °D para ozono

DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			°D									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ozono	CON	6	7	7	8	8	9	9	9	9	9
2	Ozono	SIN	10	19	37							

Grafica 9. Grafica de °D con ozono

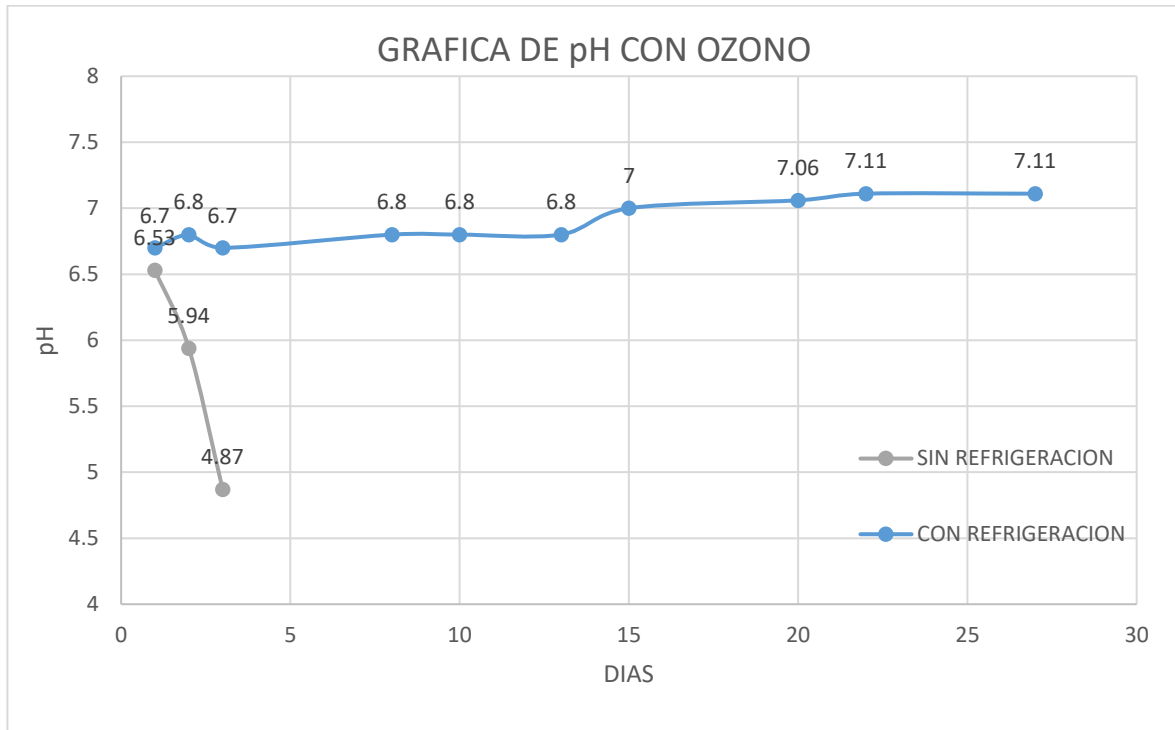


En el método que involucra ozono, se obtuvieron resultados consistentes y favorables en términos de los grados Dornic para preservar el quesón.

Tabla 12. Determinacion de pH para ozono

DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			pH									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ozono	CON	6.7	6.8	6.7	6.8	6.8	6.8	7	7.06	7.11	7.11
2	Ozono	SIN	6.53	5.64	4.87							

Grafica 10. Grafica de pH con ozono



El requesón experimentó una disminución rápida en el pH en muestras no refrigeradas, mientras que en las muestras refrigeradas, como se observa en la gráfica, el pH aumentó, lo que resultó en la eliminación de microorganismos y en una mayor durabilidad del producto. El comportamiento del requesón fue peculiar y no se puede describir con certeza el factor exacto, aunque una posible causa podría ser:

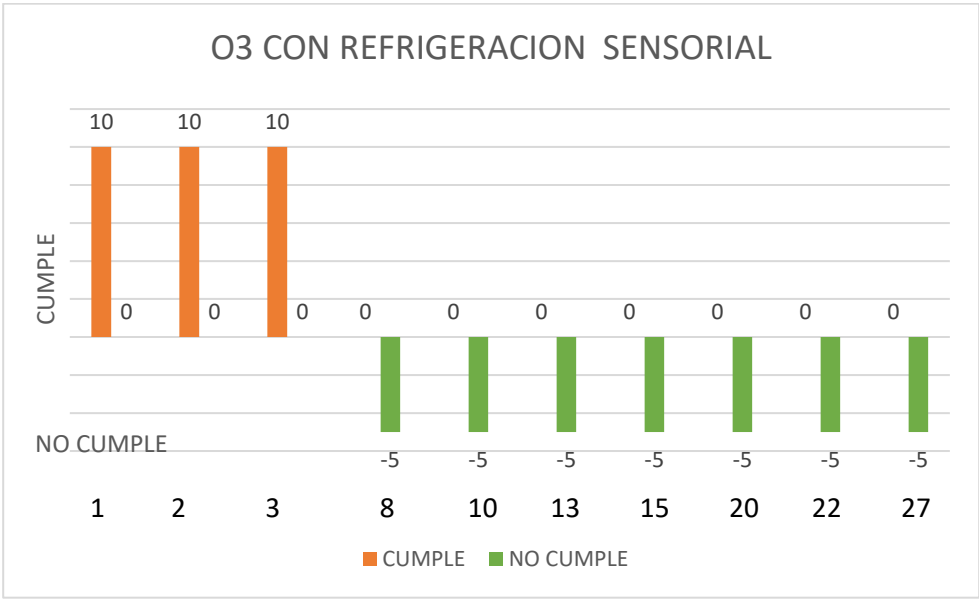
- Degradación de proteínas: El ozono puede tener un efecto oxidante sobre las proteínas presentes en el requesón. La oxidación de las proteínas puede provocar cambios en su estructura y, como resultado, puede aumentar el valor de pH.
- Actividad enzimática: El ozono puede afectar la actividad enzimática en el requesón. Algunas enzimas pueden ser inactivadas por la acción oxidante del ozono, lo cual podría alterar el equilibrio del pH en el producto.

- Producción de compuestos alcalinos: Durante la oxidación del ozono, se pueden formar compuestos alcalinos como el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). Estos compuestos pueden tener un efecto alcalinizante, lo que podría elevar el pH del requesón.
- Además del peróxido de hidrógeno (H₂O₂), el uso de ozono como tratamiento de conservación en el requesón puede dar lugar a la formación de otros compuestos alcalinos, como los siguientes:
- Hidróxido de calcio (Ca(OH)₂): El ozono no produce directamente Ca(OH)₂, pero es posible que, en presencia de cal viva o algún otro compuesto de calcio, se produzca una reacción que genere hidróxido de calcio en el requesón.
- Carbonato de calcio (CaCO₃): Si hay presencia de dióxido de carbono (CO₂) en el ambiente o en el requesón, el ozono puede oxidar parte del CO₂ y generar carbonato de calcio. Este compuesto es alcalino y puede aumentar el pH del requesón.
- Otros hidróxidos metálicos: Dependiendo de la composición y características del requesón, el ozono puede interactuar con otros iones metálicos presentes y formar hidróxidos metálicos alcalinos. Estos compuestos pueden tener un efecto alcalinizante.

Tabla 13. Análisis sensorial del ozono con refrigeración

DÍAS	CUMPLE	NO CUMPLE	MUESTRAS
1	10	0	1
2	10	0	2
3	10	0	3
8	0	-5	4
10	0	-5	5
13	0	-5	6
15	0	-5	7
20	0	-5	8
22	0	-5	9
27	0	-5	10

Grafica 11. Grafica de análisis sensorial del requesón con refrigeración de ozono

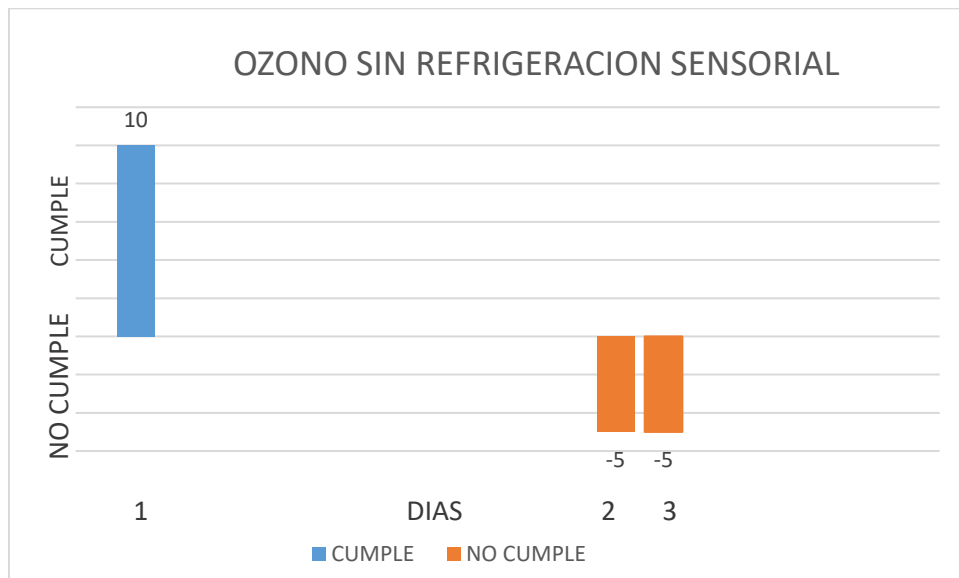


El requesón para el día 8 observamos características organolépticas poco favorables en el sabor y olor ya que la concentración del ozono era muy alta y esto afecto estos parámetros.

Tabla 14. Análisis sensorial del ozono sin refrigeración

DIAS	CUMPLE	NO CUMPLE	MUESTRAS
1	10	0	1
2	0	-5	2
3	0	-5	3

Grafica 12. Grafica de análisis sensorial del requesón sin refrigeración de ozono



El requesón el primer día estaba en perfectas condiciones, dejando la muestra sin refrigerar hubo cambios organolépticos muy drásticos ya que tenía un olor, sabor y textura desagradable.

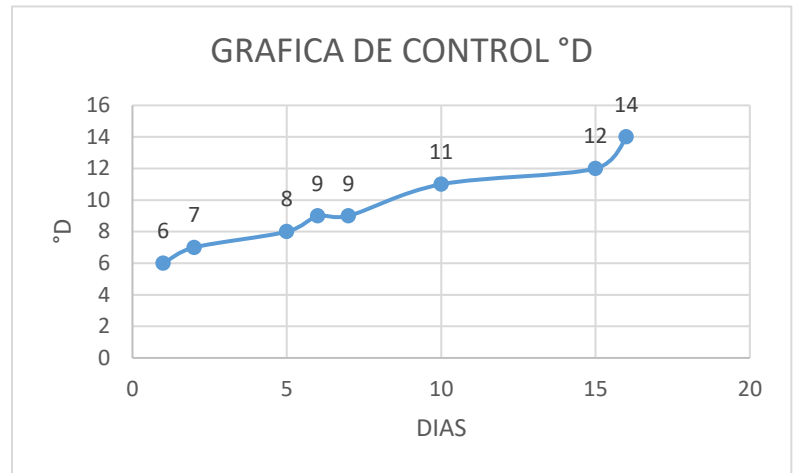
Control

Se llevó a cabo el procedimiento de elaboración de requesón con el propósito de realizar un seguimiento, sin emplear conservantes químicos o físicos, con el fin de evaluar su vida útil en comparación con la empresa lácteos Cazares S.A. C.V. y las tecnologías suaves de conservación mencionadas anteriormente. Además, en el proceso se aplicó un choque térmico mediante variaciones de temperatura.

Tabla 15. Metodo de control °D

DÍAS	TITULACION °D
1	6
2	7
5	8
6	9
7	9
10	11
15	12
16	14

Grafica 13. Control °D

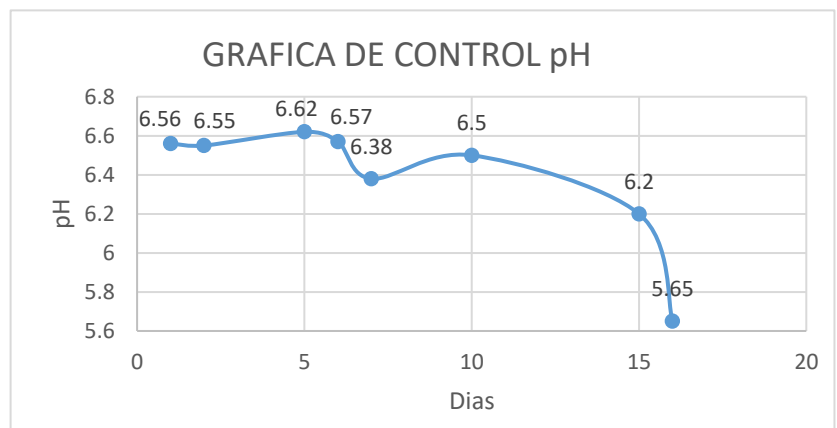


En el caso de control, se puede observar que evidentemente que hay un gran cambio en la durabilidad del requesón de 15 días en perfecto estado, sin embargo al día 16 ya tiene una acidez muy elevada.

Tabla 16. Metodo de control pH

DÍAS	TITULACION pH
1	6.56
2	6.55
5	6.62
6	6.57
7	6.38
10	6.5
15	6.2
16	5.65

Grafica 14. Control pH

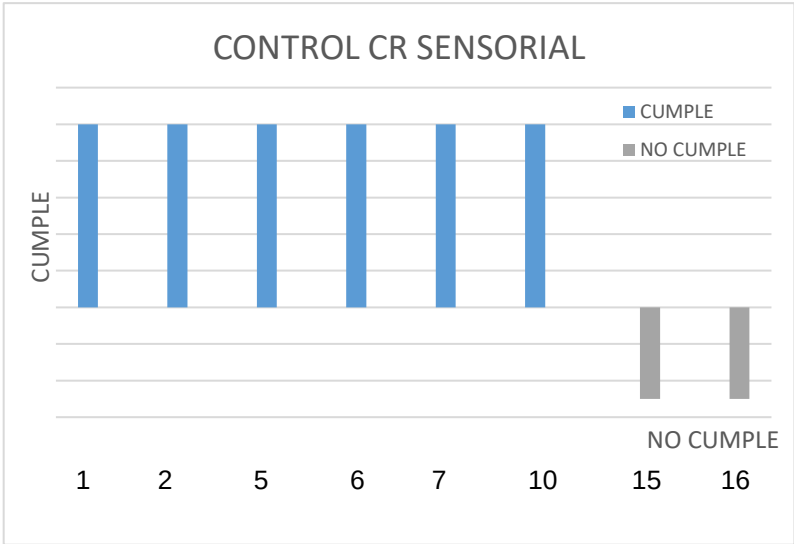


El requesón con el metodo de control con el paso de tiempo bajaba cada día el pH ya que no se le agrego un metodo de conservación.

Tabla.17. Control sensorial

DIAS	CUMPLE	NO CUMPLE
1	10	0
2	10	0
5	10	0
6	10	0
7	10	0
10	10	0
15	0	-5
16	0	-5

Grafica.15. control sensorial



Se nota que al partir de dia 1 al dia 10 las características organolepticas del requesónsi cumplían con los criterios deseados y los siguientes días no cumplían con las características deseadas.

Resultados Crudos De Los Parametros De Calidad Del Requesón

Tabla 18. Resultados crudos de las tecnologías suaves de conservación.

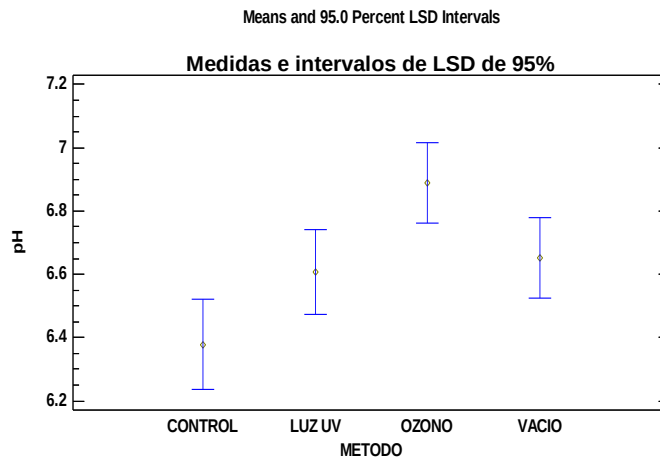
DISEÑO POR BLOQUES COMPLETOSAL AZAR			°D										pH									
TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	MUESTRA										MUESTRA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VACIO	CON	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	6.76	6.75	6.71	6.67	6.67	6.67	6.66	6.63	6.51	6.5
2	VACIO	SIN	10	33									6.61	5.38								
3	LUZ UV	CON	7	9	9	9	9	9	10	10	23		6.96	6.91	6.91	6.82	6.81	6.76	6.33	6.33	5.64	
4	LUZ UV	SIN	10	64									6.43	4.44								
5	OZONO	CON	6	7	7	8	8	9	9	9	9	9	6.7	6.8	6.7	6.8	6.8	6.8	7	7.06	7.11	7.11
6	OZONO	SIN	10	19	37								6.53	5.64	4.87							
7	CONTROL	CON	6	7	8	9	9	11	12	14			6.56	6.55	6.62	6.57	6.38	6.5	6.2	5.65		

Tabla 19. Vida de anaquel con las tecnologías suaves de conservación

TRATAMIENTO	METODO	REFRIGERACION	TIEMPO DE VIDA
1	VACIO	CON	21
2	VACIO	SIN	2
3	LUZ UV	CON	19
4	LUZ UV	SIN	2
5	OZONO	CON	27
6	OZONO	SIN	3
7	CONTROL	CON	15
8	CONTROL	SIN	1

Según los datos recopilados, los tres métodos de conservación arrojaron resultados positivos para prolongar la vida útil del requesón. No obstante, es posible que los métodos de envasado al vacío y ozono permitan una vida útil en el anaquel aún más prolongada, debido a que las muestras inicialmente asignadas se agotaron.

Grafica 16. Grafica de medidas e intervalos de LSD para pH



Se empleó un software estadístico (Statgraphics) para realizar la comparación entre los distintos métodos de conservación y calcular los intervalos LSD con el objetivo de identificar diferencias significativas entre cada método de conservación. Se evidencia que, en el caso de los métodos de Luz UV y Vacío, no hay variación significativa en el pH, manteniéndose en el rango de 6.4 a 6.8 aproximadamente.

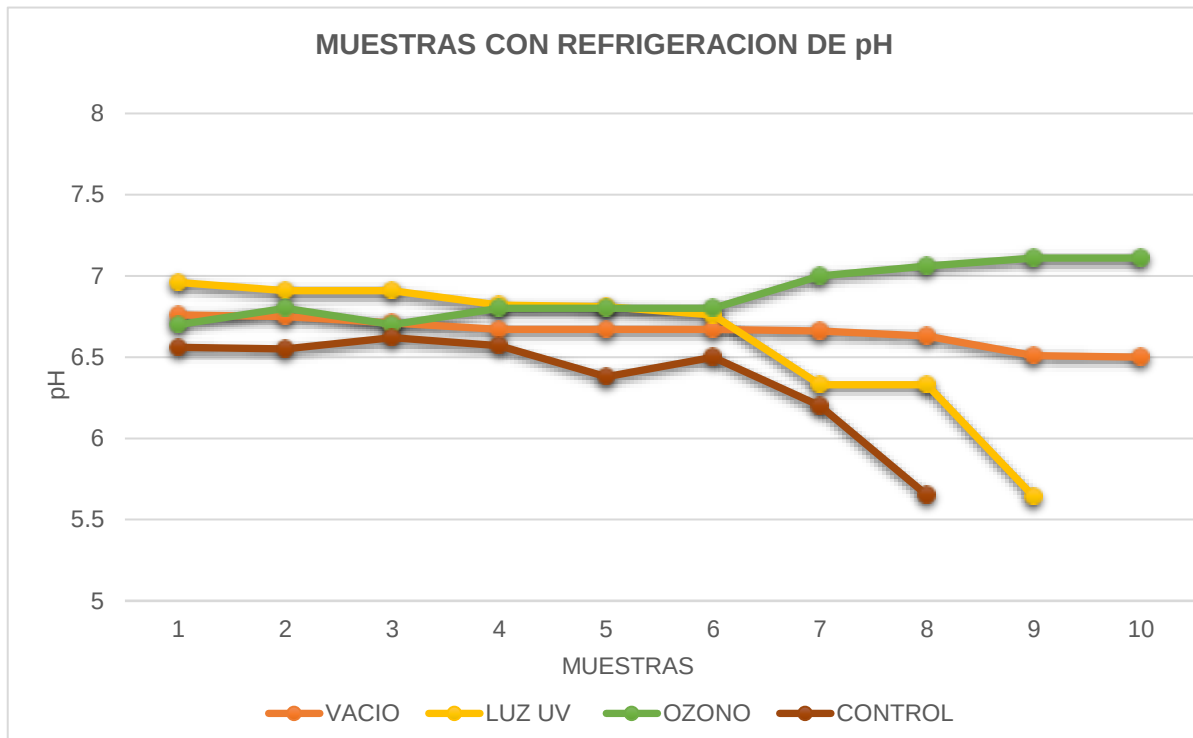
Tabla 20. Tabla ANOVA análisis de varianza para pH - Sumas de cuadrados tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	DF	Cuadrado medio	Relación F	Valor P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:METODO	1.17066	3	0.390219	5.04	0.0055
RESIDUAL	2.55321	33	0.0773701		
TOTAL (CORREGIDO)	3.72387	36			

Todos los índices F se basan en el error cuadrático medio residual

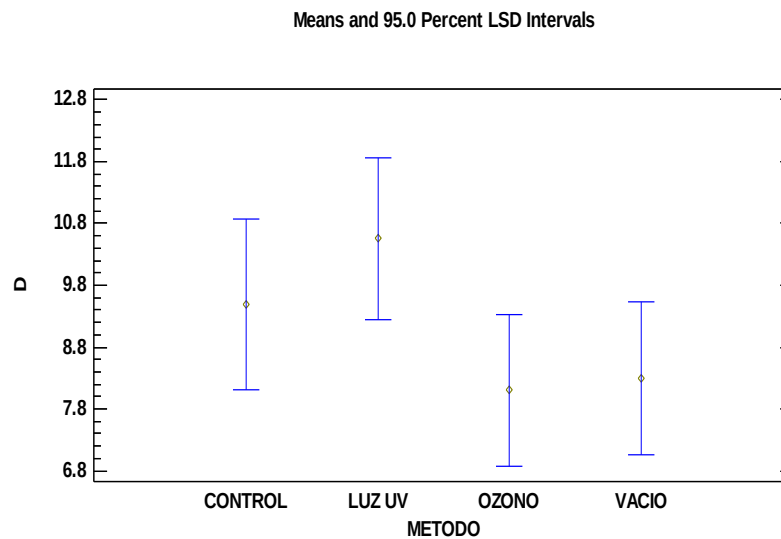
La tabla de ANOVA descompone la variabilidad del pH en contribuciones debidas a varios factores. Dado que se han elegido sumas de cuadrados de Tipo III (el valor predeterminado), la contribución de cada factor se mide después de haber eliminado los efectos de todos los demás factores. Los valores de P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Dado que un valor de P es menor a 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo en el pH con un nivel de confianza del 95.0%.

Grafica 17. Grafica comparativa de cada uno de los métodos para pH



Mediante una grafica de línea se puede observar la comparación de pH de cada uno de los métodos con el paso del tiempo.

Grafica 18. Grafica de medidas e intervalos de LSD



Se empleó un software estadístico (Statgraphics) para realizar la comparación entre los distintos métodos de conservación y calcular los intervalos LSD con el objetivo de identificar diferencias significativas entre cada

método de conservación. Se evidencia que, en el caso de los métodos de ozono y Vacío, no hay variación significativa en °D, manteniéndose en el rango de 6.8 y 9.8 aproximadamente.

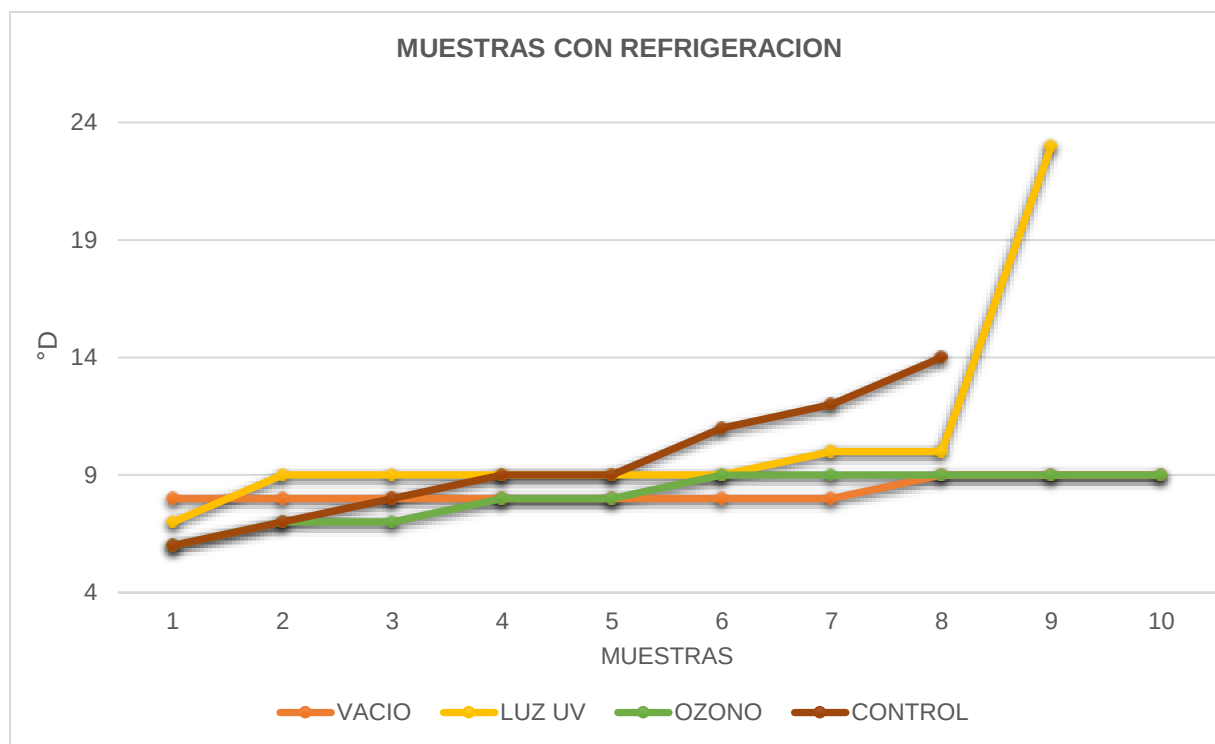
Tabla 21. Tabla ANOVA análisis de varianza para °D - Sumas de cuadrados tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Cuadrado medio	Relación F	Valor P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:METODO	36.6697	3	12.2232	1.66	0.1949
RESIDUAL	243.222	33	7.37037		
TOTAL (CORREGIDO)	279.892	36			

Todos los índices F se basan en el error cuadrático medio residual.

La tabla de ANOVA descompone la variabilidad de D en contribuciones debidas a varios factores. Dado que se han elegido sumas de cuadrados de Tipo III (el valor predeterminado), la contribución de cada factor se mide después de haber eliminado los efectos de todos los demás factores. Los valores de P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Dado que ningún valor de P es menor a 0.05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo en D con un nivel de confianza del 95.0%.

Grafica 19. Grafica comparativa de cada uno de los métodos para °D



Mediante una grafica de línea se puede observar la comparación de °D de cada uno de los métodos en base al paso del tiempo.

Análisis de los parámetros de calidad

pH

El realizar la medición del pH en el requesón es determinar si el producto se encuentra en estado fresco, posee una acidez adecuada, y permite evaluar el propósito si está en curso un proceso de fermentación. Esta información es crucial para garantizar la confiabilidad del producto para los consumidores.

Grados Dornic °D

Los grados Dornic (°D) son empleados para evaluar la acidez de un alimento, y su aplicación en el caso del requesón radica en determinar la duración posible de su vida en el estante sin alcanzar niveles elevados de acidez, asegurando así su idoneidad para los consumidores.

Sensorial

La finalidad de la evaluación sensorial es cuantificar las características perceptibles y evaluar su relevancia, con el objetivo de anticipar la aceptación por parte del consumidor. Este proceso proporciona a la industria la capacidad de utilizar y aplicar estas mediciones. La ausencia de evaluación sensorial podría obstaculizar el éxito de los avances e innovaciones en la tecnología de alimentos. (INCAP. 2020)

Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización



Mediante este diagrama se representa el proceso que realiza lácteos cazares para preparar requesón, sometiendo a calentamiento el lactosuero, posteriormente al separarse las proteínas solidad (requesón), se sometea una separación mediante telas queseras para separar el solido del liquido y posteriormente agregar el producto en charolas de aluminio, se mezcla el requesón suavemente para integrar el suero restante con el requesón, por ultimo se enfria y se envasa para su distribución.

5. CONCLUSIÓN

Se sabe que el requesón producido por la empresa Lácteos Cazares A.C. S.V. tiene una duración limitada (alrededor de 6 días) sin la implementación de ningún método de conservación. El empleo de innovadoras tecnologías de conservación más avanzadas logró resultados positivos, extendiendo el tiempo de conservación hasta aproximadamente 27 días cuando se almacena en refrigeración.

Las tecnologías suaves de conservación, como el uso de ozono, luz UV y envasado al vacío en el pedido, han extendido la vida útil del producto en el estante de 21 a 27 días aproximadamente, según se detalló en los resultados anteriores. Tanto el ozono como el envasado al vacío podrían prolongar aún más esta duración; Sin embargo, debido a la falta de muestras, no se pudo confirmar si el producto podría conservarse por un período aún más prolongado en comparación con los resultados obtenidos.

Es fundamental destacar que estas tecnologías pueden contribuir a preservar el requerimiento por un tiempo adicional sin recurrir a aditivos que modifiquen sus características sensoriales. Al implementar este tipo de enfoques suaves, se evitan posibles problemas que podrían afectar la calidad del producto en cuestión.

6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

La ejecución de este proyecto involucró la aplicación de diversas habilidades adquiridas durante la carrera de ingeniería bioquímica. Aunque podría argumentarse que se llevó a cabo con la conjunción de todas las habilidades desarrolladas a lo largo de la carrera, se detallarán las competencias clave desarrolladas en este proyecto. Comenzando con la competencia en el proceso de preparación, esta habilidad permitió definir las etapas críticas del proceso y describirlas de manera detallada, facilitando la especificación de actividades. Al realizar este proceso siguiendo una serie de pasos, se simplificó gracias a un diagrama de flujo elaborado mediante competencias desarrolladas en el estudio del trabajo y software. Al identificar y establecer estas etapas críticas, se logró estandarizar el proceso de fabricación del requesón, garantizando características de calidad consistentes en cada producción.

Otra competencia esencial fue el control estadístico de la calidad, ya que fue necesario identificar las variables clave del proceso, como el pH, la acidez titulable y las características sensoriales. Utilizando equipos como el potenciómetro y bureta, se observó el comportamiento de estos parámetros en el requesón, y mediante gráficos de series temporales, se visualizó su evolución a lo largo del tiempo, facilitando el establecimiento de parámetros de aceptación.

Además, se aplicaron competencias aprendidas en las materias de taller de investigación I y II para llevar a cabo el proyecto de manera óptima.

7. FUENTES DE INFORMACION

1. Cristian Asas, Carla Llanos, José Matavaca y Daniela Verdezoto, (2021). El lactosuero: impacto ambiental, usos y aplicaciones vía mecanismos de la biotecnología. Pag. 3
2. Delorme, M. M., Guimarães, J. T., Coutinho, N. M., Balthazar, C. F., Rocha, R. S., Silva, R., Margalho, L. P., Pimentel, T. C., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Granato, D., Sant'Ana, A. S., Duarte, M. C. K., & Cruz, A. G. (2020). Ultraviolet radiation: an interesting technology to preserve quality and safety of milk and dairy foods. *Trends in Food Science and Technology*, 102, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.001>
3. Pandiselvam, R., Sunoj, S., Manikantan, M. R., Kothakota, A., & Hebbar, K. B. (2016). Application and kinetics of ozone in food preservation. *Ozone-science & Engineering*, 39(2), 115-126. <https://doi.org/10.1080/01919512.2016.1268947>
4. *Envasado al vacío, una tecnología sencilla y segura.* (s. f.). Interempresas. <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/257004-Envasado-al-vacio.html>
5. Palmieri, N., Forleo, M. B., & Salimei, E. (2017). Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: an Italian case study. *Journal of Cleaner Production*, 140, 881-889. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.185>
6. Ortiz Quintanilla, C. M (1998). Incremento de la producción de requesón por adición de leche descremada acidificada. Programa de Tecnología de Alimentos. Pag. 8
7. Ortiz Quintanilla, C. M. (1998) Incremento de la producción de requesón por adición de leche descremada acidificada: Programa de Tecnología de Alimentos, Pag. 16.).
8. Mapfre, B. H. (2021, 3 diciembre). Envasar al vacío: cómo hacerlo, tiempo de conserva y más - canalHOGAR. canalHOGAR. <https://www.hogar.mapfre.es/cocina/articulos/envasar-vacio/>
9. Kumar Purushotam y Ganguly Subha (2014). Papel del envasado al vacío en el aumento de la vida útil en la tecnología de procesamiento de pescado. *Revista asiática de biociencias* , 9 (1), 109-112.
10. Segat, A., Biasutti, M., Iacumin, L., Comi, G., Baruzzi, F., Carboni, C. e Innocente, N. (2014). Uso de ozono en la cadena productiva de queso Mozzarella de alta humedad. *LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos*, 55 (2), 513-520.

11. TopOzono. (2021, 5 abril). Tecnología para generar ozono | TOP OZONO.
<https://topozono.com/ozono/tecnologia-para-generar-ozono/>
12. R. Božanić, Irena Barukčić, Katarina Lisak Jakopović, (2014), Possibilities of Whey Utilisation, pag. 2
13. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>
14. Mazorra-Manzano, M. A., Ramírez-Montejo, H., Lugo-Sánchez, M. E., González-Córdova, A. F., & Vallejo-Córdova, B. (2019). Caracterización del lactosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración de queso cocido (asadero) región Sonora. Nova Scientia, 11(23), 220-233.
<https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.2072> pag. 7
15. Tapia. J.A. 2015. Diseño de una máquina centrífuga para el aprovechamiento de las proteínas del suero de leche mediante la producción del requesón a una humedad relativa aproximadamente del 60% con una capacidad de 1kg/hora, para el sector rural.
16. R. Božanić, Irena Barukčić, Katarina Lisak Jakopović, (2014), Possibilities of Whey Utilisation, pag. 5
17. Frau, F., Carate, JNL, Salinas, F. y Pece, N. (2020). Efecto del envasado al vacío en quesos de cabra artesanales durante su almacenamiento refrigerado. Ciencia y Tecnología de los Alimentos , 41 , 295-303.
18. Miguel A. Mazorra Manzano, Hibrain Ramírez Montejo, María Elena Lugo Sánchez, Aarón F. González Córdova, Belinda Vallejo Córdoba1. (2019). Caracterización del lactosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración de queso cocido (asadero) región Sonora. Nova Scientia, 11(23), 220-233.
<https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.2072>. Pag. 10
19. Dr. Edith Madai Colunga Urbina Marcela Gutiérrez Amézquita. 2021. Determinación De La Acidez DEL QUESO. Pag.3 <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-autonoma-de-coahuila/quimica-analitica/determinacion-de-la-acidez-del-queso/23618835>
20. Ali, MB, Murtaza, MS, Shahbaz, M., Sameen, A., Rafique, S., Arshad, R., ... y Amjad, A. (2021). Evaluación funcional, textural, fisicoquímica y sensorial de requesón estandarizado con coagulantes grado alimenticio. Ciencia y tecnología de los alimentos, 42, e33420.