

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

- Hoy en día la vida de anaquel de un producto es vital para procesadores y fabricantes. Actualmente los consumidores tienen cuestionamientos sobre la seguridad y la caducidad de los productos, para ello es importante conocer los métodos en los que intervienen factores microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales como determinantes en la seguridad de los productos que consumimos (Estrada et al., 2015). La vida de anaquel de la mayoría de los productos alimenticios está limitada por los cambios en sus características sensoriales. En este contexto, sensorial estimación de la vida de los alimentos se ha convertido en un tema de los mecanismos de deterioro que ocurren en sistema alimentarios y el desarrollo, y aplicación de metodologías para la estimación de la vida útil (Sánchez et al., 2013).
- La institución boliviana de normalización (IBNORCA) busca constantemente desarrollar proyectos que permitan difundir las normas bolivianas y capacitar a los diferentes sectores, entre ellos el tema de inocuidad de los alimentos, basándose siempre en la contribución al mejoramiento de calidad de productos alimenticios (Gutiérrez, 2010). Por su parte el SENASAG busca proteger la inocuidad alimentaria, con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria. Según la Ley No 2061 (Ley de creación de SENASAG), tiene entre sus funciones: el control y garantía de la inocuidad de los alimentos, en los tramos productivos y declarar emergencia pública en asuntos de inocuidad alimentaria (Paredes, 2017).
- Asimismo, el Viceministerio de Defensa de los Derechos del Usuario y Consumidor busca propiciar que las relaciones de consumo se ajusten al ordenamiento jurídico vigente, a través de la información y asesoramiento de los consumidores sobre sus derechos y obligaciones mediante el control al afectivo cumplimiento de la normativa y controlando la calidad de productos ofrecidos (VDDUC, 2017). Según el Servicios Departamental de Salud, efectúa de forma desconcentrada el registro y control sanitario de alimentos, respetado la

competencia de los gobiernos municipales” (SEDES TARIJA, 2017. Pág. 2). Así también otra institución que realiza los controles y vela por la inocuidad alimentaria es la Intendencias Municipal del departamento de Tarija, que tiene como tarea principal realizar el decomiso y destrucción de los productos vencidos que se expendir en mercados y comercios (GADT, 2013).

- En lo que respecta al Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); es dependiente del Departamento de Biotecnología y Ciencias de los Alimentos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y autorizado por el servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria “SENASAG” elabora productos alimenticios, mediante el uso de tecnologías adecuadas considerando las normas de calidad vigentes para ofrecer productos sanos, nutritivos e inocuos al consumidor. Asimismo, este laboratorio cuenta con dos áreas, uno de ellas es el área de lácteos se elaboran producto como ser: yogurt frutado y batido, queso fundido, madurado y dietético, dulce de leche y otros derivados a partir de la leche (U.A.J.M.S, 2017).

1.2 Justificación

- El presente trabajo tiene como finalidad determinar la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla, elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos, ofreciendo de esta manera a la población Tarijeña un producto de calidad, garantizando un producto inocuo y apto para el consumo.
- La vida útil de los alimentos es específica para cada tipo de alimento y condiciones de almacenamiento, es por eso que se realiza un estudio exclusivamente para el yogurt batido frutado sabor frutilla del Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) y de esta manera coadyuvar en la seguridad e inocuidad alimentaria.
- Las grandes industrias alimentarias invierten mucho en investigación de durabilidad y prolongación de la vida útil de los alimentos, sin embargo con un estudio de vida útil a nivel laboratorio podemos mantener productos con calidad alimentaria.

- El trabajo de investigación se enfoca en el estudio de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla, el cual nos permite generar datos referenciales a su fecha de vencimiento a través de análisis fisicoquímicos (pH y acidez), con pruebas de durabilidad a nivel de laboratorio, siendo imprescindible para el buen control de calidad del producto.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados para el presente trabajo de estudio, son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Determinar la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla, mediante la metodología de conservación por frío, refrigeración; elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos, con la finalidad de obtener un producto de calidad.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla con la finalidad de establecer su composición nutricional.
- Establecer las condiciones de almacenamiento para el yogurt batido frutado sabor frutilla, con el fin de controlar el deterioro a diferentes temperaturas.
- Realizar evaluación sensorial de yogurt batido frutado sabor frutilla al inicio y final, con el fin de analizar algunas variaciones en sus propiedades organolépticas durante su almacenamiento.
- Realizar análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla en el proceso de almacenamiento con la finalidad de conocer la flora microbiana presente.

1.4 Objetivo de estudio

Determinación de la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla mediante la aplicación del método de conservación por frío, refrigeración.

1.4.1 Campo de acción

El campo de acción que se aplica en el presente trabajo son los siguientes:

1.4.2 Espacial: El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia Cercado del departamento de Tarija.

1.4.3 Temporal: El presente trabajo de investigación se realizó en la gestión 2023.

1.4.4 Institución: El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio Taller de Alimento y Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

1.5 Planteamiento de problema

Actualmente las exigencias de calidad en los mercados, hacen que los productos alimenticios deban cumplir con los más elevados estándares de calidad (fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos); la durabilidad, el valor nutritivo y atributos físicos son indispensables a la hora de ser adquirido por el consumidor, es por eso que conocer la durabilidad y prolongación de la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos es indispensable, significa un atributo crítico de gran importancia que permite entregar al consumidor un producto de calidad.

1.6 Formulación del problema

¿La aplicación de la metodología de conservación por frío, refrigeración; en el yogurt batido frutado sabor frutilla, elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos, permitirá obtener un producto de calidad?.

1.7 Hipótesis

Una metodología de conservación por frío, refrigeración; en el yogurt batido frutado sabor frutilla, elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos, nos permitirá obtener un producto de calidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la vida útil de los alimentos

La calidad de los alimentos surge como preocupación de los gobiernos y adquiere garantías de metodología científica a partir del siglo XX. Antes de esa fecha la producción se realizaba a escala individual o en pequeñas industrias familiares y se producía lo que se podía consumir en un determinado período de tiempo, por lo tanto, la calidad era una responsabilidad más bien personal y respondía a criterios diversos (Díaz et al., 2014).

2.2 Definición de vida útil de los alimentos

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo & Reyes, 2013). La vida útil también se entiende como la durabilidad; concebida ésta como el período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, y mantiene sus características sensoriales y funcionales por encima del grado límite de calidad previamente establecido como aceptable (Giraldo, 1999).

2.2.1 Clasificación de los alimentos según la vida útil

Los alimentos se pueden clasificar según su estabilidad, la figura 2.1, muestra la clasificación de los alimentos según vida útil.

Clasificación de los alimentos según su vida útil	Alimentos perecibles	Aquellos que se deterioran o pierden sus características organolépticas, antes de las 48 horas.
	Alimentos semiperecibles	Alimentos que duran entre 48 horas a 3 meses.
	Alimentos no perecibles	Aquellos que duran más allá de los 3 meses.

Fuente: Salvatierra, 2019

Figura 2.1: Clasificación de los alimentos según su vida útil

2.3 Definición de yogurt

Yogurt es el producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*, a partir de leches pasteurizadas enteras, parcialmente descremadas o descremadas, leches en polvo enteras, parcialmente descremadas o descremadas o una mezcla de estos productos (Espinoza & Zapata 2010). Por otro lado (Parra, 2012), indica que desde la antigüedad es ampliamente conocido los efectos en la salud humana del yogurt, entre ellos figuran: prevención de cáncer de colon, disminución de colesterol, mejoramiento de la flora intestinal, efectos en el sistema inmune y prevención de *helicobacter pylori*, entre otros.

2.3.1 Clasificación de yogures

Según Espinoza & Zapata (2010): nos indican que la norma de Chile clasifica los yogures como se indica en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Clasificación de yogures

Tipo de yogurt	Características
Batido	Aquel que presenta una consistencia cremosa y el producto escurre fácilmente.
Líquido	Aquel yogurt batido de menor consistencia.
Aflanado	Aquel que presenta una consistencia firme semejante a un flan.
Natural	Yogurt líquido, batido o aflanado, que no contiene edulcorantes, esencias ni colorantes.
Saborizado	Yogurt líquido, batido o aflanado, que contiene azúcares, esencia o colorantes.
Con frutas	Yogurt líquido, batido o aflanado, que contiene mermelada, pulpa o trozos de fruta, y azúcar o algún edulcorante.
Con agregados especiales	Yogurt líquido, batido o aflanado, que contiene miel, cacao, nueces y similares.

Fuente: Espinoza & Zapata, 2010

2.4 Bioconservación de productos lácteos

La bioconservación puede ser definida como la extensión de la vida útil y seguridad de un alimento a través del uso de micro biota natural o controlada y/o sus compuestos antimicrobianos. En la bioconservación de alimentos se incluyen desde técnicas utilizadas para obtener alimentos más seguros hasta la generación de alimentos

mínimamente procesados y sin aditivos. Los principales patógenos relacionados con la industria de productos lácteos son: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Fuente & Barbosa, 2010). Las bacteriocinas son una buena opción para mejorar la inocuidad de la leche y los productos lácteos (especialmente en aquellos elaborados a partir de leche sin pasteurizar) y al mismo tiempo ofrecen algunas ventajas, como la rapidez en la maduración del queso (Grande et al., 2017).

2.5 Factores principales que intervienen en la vida útil de un alimento

Según (Carrillo & Reyes, 2013), entre los factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento se encuentran el tipo de materia prima, la formulación del producto, el proceso aplicado, las condiciones sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento y distribución y las prácticas de los consumidores.

▪ Materia prima

La naturaleza de las materias primas es uno de los factores que más influencia tiene en la vida útil de un alimento. Esta puede tener un alto contenido de proteínas, grasas o carbohidratos. Dependiendo del macronutriente que predomine, o de la combinación de estos en el alimento, será el tipo de reacciones que se lleven a cabo. Por ejemplo, son diferentes las reacciones que ocurren en una carne que, en un pan, o en unas galletas que en un queso (Carrillo & Reyes, 2013).

▪ Formulación del producto

Los ingredientes y aditivos que contenga un producto afectan directamente la caducidad de un alimento. Algunos productos pueden contener un alto contenido de sal, como algunos tipos de quesos madurados, o la carne seca artesanalmente, que se consume en varias partes del mundo. De igual manera, en la formulación de muchos productos se usa un alto contenido de azúcar, lo cual disminuye la actividad de agua y limita el número de reacciones indeseables en el alimento, y el uso de los conservadores, que tradicionalmente se agregan a muchos productos (Carrillo & Reyes, 2013).

- **Proceso que se aplica**

Los alimentos pueden someterse a procesos de pasteurización, de esterilización, o bien a la tecnología de obstáculos. Esta última, puede poner en riesgo la seguridad y calidad del producto si no se usan los factores de conservación de una manera inteligente (Carrillo & Reyes, 2013).

- **Condiciones sanitarias del proceso**

Dependiendo de las condiciones sanitarias que se sigan durante el proceso de elaboración de un producto, será el tiempo de vida útil del mismo. Si no se mantiene un adecuado manejo higiénico durante todo el proceso de elaboración, es posible que el producto final contenga una carga microbiana que, de tener condiciones favorables, pueda desarrollarse y descomponer el alimento o aún más, causar infecciones o intoxicaciones a los consumidores (Carrillo & Reyes, 2013).

- **Envasado**

Un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor que aquel que se envasó y luego se sometió a un tratamiento térmico. Así, los alimentos enlatados tendrán una mayor vida útil que los envasados en recipientes de plástico. El envasado puede favorecer condiciones de anaerobiosis o modificar la atmósfera entre el alimento y el material de empaque, de tal manera que en tales condiciones se pueda prolongar la vida útil del alimento (Carrillo & Reyes, 2013).

- **Almacenamiento y distribución**

El lugar donde se almacenen los productos terminados, así como el tiempo en que estos se distribuyan puede acortar la vida útil de un alimento, si esto no se realiza en condiciones apropiadas. Debe cuidarse que el transporte de los productos se haga en unidades de transporte con enfriamiento, si el transporte así lo requiere (Carrillo & Reyes, 2013).

- **Prácticas de los consumidores**

Aunque los productos alimenticios tengan una buena estabilidad física, química o microbiológica, si estos no se tratan en las condiciones que indica el fabricante, es posible que disminuya la vida útil de los productos. Una práctica común entre los consumidores es refrigerar los alimentos hasta varias horas después de su compra en

un supermercado, exponiéndolo muchas veces a elevadas temperaturas. Una vez en el hogar, pueden no almacenarse inmediatamente en las condiciones adecuadas. Cuando los productos alimenticios se abren para consumirse, también pueden manejarse de forma poco higiénica, con el consiguiente riesgo de contaminación y en consecuencia la pérdida de su vida útil. Un riesgo latente en el hogar lo constituye la contaminación cruzada, la cual ocurre cuando se usan utensilios contaminados con microorganismos capaces de desarrollarse en el alimento, en la preparación de alimentos que no tendrán un tratamiento térmico posterior. Esto puede acortar su vida útil derivado de la producción de metabolitos por parte de los microorganismos, ocasionando que el alimento adquiera sabores y aromas desagradables (Carrillo & Reyes, 2013).

2.6 Características del deterioro de los alimentos

Durante su almacenamiento y distribución, los alimentos son expuestos a una gran variedad de condiciones ambientales. Factores tales como la temperatura, la humedad, el oxígeno y la luz pueden desencadenar varios mecanismos de reacción que pueden conducir a la degradación del alimento. Como consecuencia de estas reacciones los alimentos pueden alterarse causando problemas que los hacen no aptos para el consumo (Man & Jones, 1994). Las causas del deterioro de los alimentos pueden ser de origen químico, físico o microbiológico. Estos cambios y su influencia sobre la calidad de los alimentos, pueden resumirse en la siguiente tabla 2.4.

Tabla 2.4

Clasificación de los cambios indeseables que ocurren en los alimentos

Atributos	Cambio
Textura	Disminución de la solubilidad. Disminución de la capacidad para retener el agua. Endurecimiento.
Sabor	❖ Rancidez (hidrolítica u oxidativa). ❖ Sabor acaramelado o de cocción. ❖ Otros gustos extraños.
Color	Oscurecimiento. Blanqueamiento. Desarrollo de colores extraños.
Valor nutritivo	Pérdida o degradación de: ✓ Vitaminas. ✓ Minerales. ✓ Proteínas. ✓ Lípidos.

Fuente: Giraldo, 1999

▪ **Cambios físicos**

Los cambios físicos son causados por el mal trato que se da a los productos del agro durante los procesos de cosecha, procesamiento y distribución. Estos cambios tienden a reducir media del producto. Los magullamientos de frutas y hortalizas durante los periodos de cosecha y postcosecha tienden a desarrollar la podredumbre. Los vegetales almacenados en atmósferas con baja humedad pierden agua. Los alimentos deshidratados almacenados en ambientes húmedos absorben agua, sufriendo cambios en sus características. En los alimentos congelados las fluctuaciones de temperatura son a menudo destructivas, por ejemplo, causan recrystalización de los helados provocando deterioro en su textura, las quemaduras por congelamiento son algunos de los principales defectos en la calidad de los alimentos congelados y se derivan también de la exposición del producto a variaciones de temperatura; similarmente, el cambio de fases implicado en la fusión y solidificación de las grasas va en detrimento de la calidad de los dulces y otros productos que utilizan lípidos en su elaboración (Man & Jones, 1994).

▪ **Cambios químicos**

Durante el procesamiento y el almacenamiento de alimentos ocurren cambios químicos que se derivan de la composición y de los factores ambientales externos. Los principales cambios químicos están relacionados con la actividad enzimática, reacciones de oxidación

(particularmente de lípidos que alteran el aroma) y reacciones no enzimáticas que provocan pardeamiento causando cambios en la apariencia (Man & Jones, 1994). En la tabla 2.5, se resumen las principales reacciones de deterioro en los alimentos.

Tabla 2.5

Causa y efecto del deterioro de los alimentos

Causa principal	Consecuencias	Manifestaciones
Hidrólisis de lípidos	Los ácidos grasos libres reaccionan con las proteínas.	Textura, sabor y valor nutritivo.
Hidrólisis de polisacáridos	Los azúcares reaccionan con las proteínas.	Textura, color y sabor.
Oxidación de lípidos	Los productos de oxidación reaccionan con muchos otros constituyentes.	Textura, color, sabor y valor nutritivo.
Golpes en las fintas	Células rotas, enzimas liberadas, oxígeno accesible.	Textura, sabor, color y valor nutritivo.
Calentamiento de verduras	Pérdida de integridad de las células de las paredes y membranas, ácidos y enzimas.	Textura, sabor, color y valor nutritivo.
Calentamiento de tejido muscular	Agregación y desnaturalización de proteínas.	Textura, sabor color y valor nutritivo.

Fuente: Giraldo, 1999

▪ **Cambios microbiológicos**

La obtención de productos inocuos (libres de contaminación) y de calidad requiere la implementación y mantenimiento de estrictas normas de higiene (limpieza, sanitización) y control en el equipo, instalaciones y durante la manipulación de la leche. El rango de temperatura y el oxígeno del medio influyen en el crecimiento microbiano. (Benjamín, 2011). En la tabla 2.6, se resumen los factores que influyen en este.

Tabla 2.6

Factores que Influyen en el crecimiento microbiano y en el deterioro de los alimentos

Factores físicos	Factores químicos	Factores microbiológicos
Temperatura. Actividad del agua. Potencial de oxidorreducción.	Sustratos disponibles. Valor de pH. Concentración de solutos principales. Presencia de oxígeno. Conservantes	Substratos utilizados. Productos finales formados. Número y tipos de microorganismos presentes. Velocidad máxima de crecimiento.

Fuente: Giraldo, 1999

En la tabla 2.7, se muestra los principales microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos con base a la severidad de la enfermedad o por el número de casos que produce.

Tabla 2.7

Principales microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos

Microorganismos patógenos	Efectos y origen
<i>Campylobacter jejuni</i>	Causa más común de diarrea. Origen: Carnes y pollos crudos o mal cocinados, leche cruda y agua sin tratamiento.
<i>Clostridium botulinum</i>	Produce el botulismo, que es caracterizado por parálisis muscular. Origen: Alimentos preparados en el hogar y aceite de hierbas.
<i>Escherichia coli O157:H7</i>	Puede producir una toxina mortal. Origen: carnes mal cocidas, leche cruda y productos agrícolas.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Causa listeriosis, una enfermedad grave en mujeres embarazadas, recién nacidos y adultos con un sistema inmune débil. Origen: suelo y agua. Se ha encontrado en productos lácteos carne cruda y mal cocida, en pollos y productos del mar frescos o en conserva.
<i>Salmonella</i>	Es la segunda causa más común de enfermedades transmitidas por alimentos. Es responsable de millones de casos al año de enfermedades transmitidas por alimentos; Origen: huevos crudos y mal cocidos, pollos y carnes mal cocidas, productos lácteos, mariscos, frutas y vegetales.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Produce una toxina que causa vómitos al poco tiempo de ser ingerida. Origen: alimentos cocinados con alto contenido en proteínas (jamón cocido, ensaladas, pasteles, lácteos.
<i>Shigella</i>	Ocasiona alrededor de 300.000 casos de enfermedades diarreicas. La falta de higiene hace que Shigella sea fácilmente transmitida de persona en persona. Origen: ensaladas, leche, productos lácteos y agua sucia.
<i>Vibrio vulnificus</i>	Causa gastroenteritis (síndrome de septicemia primaria). Las personas con enfermedades en el hígado son de alto riesgo. Origen: mariscos crudos o mal cocidos.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Causa yersiniosis, una enfermedad caracterizada por diarrea y/o vómitos Origen: cerdo, productos lácteos y agrícolas.
<i>Toxoplasma gondii</i>	Parásito que causa toxoplasmosis, una enfermedad muy severa que puede producir desórdenes del sistema nervioso central, particularmente retardo mental y deterioro visual en niños. Origen: carnes, principalmente de cerdo.

Fuente: Fuente & Barboza, 2010

2.7 Métodos de determinación de la vida de anaquel de los alimentos

Los métodos para la estimación de la vida útil de un producto es un requisito fundamental, por lo que conocer el método más adecuado para tratar de predecir la vida de anaquel es parte importante para una buena predicción (Estrada et al., 2015). Para predecir la vida de anaquel de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el primero que identifica el almacenamiento del producto y los límites de calidad establecidos tanto por el consumidor como por las normas que rigen propiamente los alimentos (Carrillo & Reyes, 2013). La vida de anaquel se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Por lo que, se pueden realizar las predicciones de vida útil mediante (Giraldo, 1999).

- La utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana)
- Pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil)
- Pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad).

2.8 Evaluación sensorial de los alimentos

El deterioro de las características sensoriales es la causa que determina la vida útil en la mayor parte de los alimentos. La estimación sensorial de la vida útil de un alimento consiste básicamente en la evaluación de las características sensoriales de un conjunto de muestras en diferentes tiempos de almacenamiento (Gutiérrez et al., 2020). Los sentidos humanos han sido usados por siglos para evaluar la calidad de los alimentos. Todos tenemos juicios acerca de los alimentos dondequiera que comemos o bebemos. Esto no significa que todos los juicios sean útiles o que cualquiera está calificado para participar en una prueba de evaluación sensorial (Carrillo & Reyes, 2013).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental

El presente trabajo, se desarrolló en los ambientes del Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2 Tipos de intervención para la parte experimental

La metodología que considera el presente trabajo de investigación, utilizó la metodología experimental de laboratorio para la obtención de resultados experimentales con el fin de desarrollar un producto en base a los siguientes métodos.

- ❖ Análisis fisicoquímicos y microbiológicos con el fin de conocer las características del yogurt batido frutado sabor frutilla.
- ❖ Análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla en el proceso de almacenamiento a temperaturas entre 5 °C y 7 °C.
- ❖ Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla a los 30 días de almacenamiento a temperaturas entre 5 °C y 7 °C.
- ❖ Evaluación sensorial del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).
- ❖ Análisis sensorial del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) a los 30 días de almacenamiento.
- ❖ Operacionalización de las variables para la determinación de la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla, en el método de conservación por frío, refrigeración.

3.3 Paradigma investigativo

Los autores (Hurtado & Toro, 1997), afirman que los paradigmas es una concepción del objeto de estudio de una ciencia, de los problemas para estudiar de la naturaleza de sus métodos y formas de explicar, interpretar o comprender los resultados de la investigación realizada y nos muestran la diversidad de las formas de conocer de una época. Por otro lado (Ricoy, 2006), indica que el “paradigma positivista se califica de

cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico tecnológico”. Por tanto, el paradigma positivista sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica.

El tipo de paradigma que se desarrolló en el presente trabajo, es de carácter empírico analítico. Así mismo, se relacionaron las variables dependientes con las independientes con la finalidad de formular hipótesis del tipo empírico analítico.

3.4 Enfoque de la investigación

La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular (Baena, 2017, Pág. 12). De acuerdo con los expertos y seguidores del paradigma positivista, la experimentación es el verdadero método o el método por excelencia de la investigación científica; por tanto, la investigación experimental es la verdadera investigación, y el conocimiento generado por ésta es el conocimiento realmente válido y científico (Bernal, 2010). El presente trabajo de investigación que se realizó, se llevó a cabo predominantemente por un enfoque cuantitativo y experimental.

3.5 Métodos, técnicas e instrumentos

La palabra método da la idea de orden y de pasos a seguir para lograr un objetivo. Cuando se habla de seguir un camino en la investigación, se está haciendo alusión a los pasos ordenados que permiten el acercamiento a la realidad; son posibles vías para llegar a un objetivo, por lo tanto, no son infalibles (Martínez, 2013). La técnica está relacionada con el método de la investigación, con la teoría y aún con el perfil filosófico que caracteriza a dicha investigación como un todo. La técnica de investigación científica es un procedimiento típico, validado por la práctica, orientado generalmente aunque no exclusivamente a obtener y transformar información útil para la solución de problemas de conocimiento en las disciplinas científicas. Toda técnica prevé el uso de un

instrumento de aplicación; así, el instrumento de la técnica de Encuesta es el cuestionario; de la técnica de Entrevista es la Guía de tópicos de entrevista (Rojas, 2011).

3.6 Análisis fisicoquímicos, microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

Los análisis se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), y la figura 3.1 muestra los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que se realizaron al yogurt batido frutado sabor frutilla con el fin de conocer la composición fisicoquímica y microbiológica elaborada en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

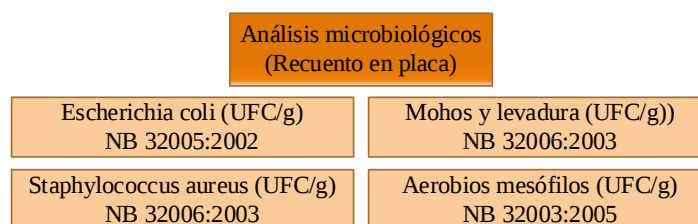
Fisicoquímicos		Microbiológicos
Volumetría	Gravimetría	Recuento en placa
Grasa (%) NB 313019:05	Cenizas (%) NB 39034:10	Mohos y levadura (UFC/g) NB 32006:2003
Proteína total (%) NB/ISO 8968:1:2001	Humedad (%) NB 313010:05	Escherichia coli (UFC/g) NB 32005:2002
Acidez titulable (%) NB 36002:02	Cálculo	Aerobios mesófilos (UFC/g) NB 32003:2005
Electroquímico	Hidratos de carbono (%) NB 312031:2010	Staphylococcus aureus (UFC/g) NB 32006:2003
pH	Valor energético (Kcal/g) NB 312032:2006	

Fuente: CEANID, 2023

Figura 3.1: Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

3.7 Análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla en el proceso de almacenamiento

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), y la figura 3.2 muestra los análisis microbiológicos que se realizaron al yogurt batido frutado sabor frutilla con el fin de conocer la composición microbiológica elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) a los 25 días de almacenamiento.

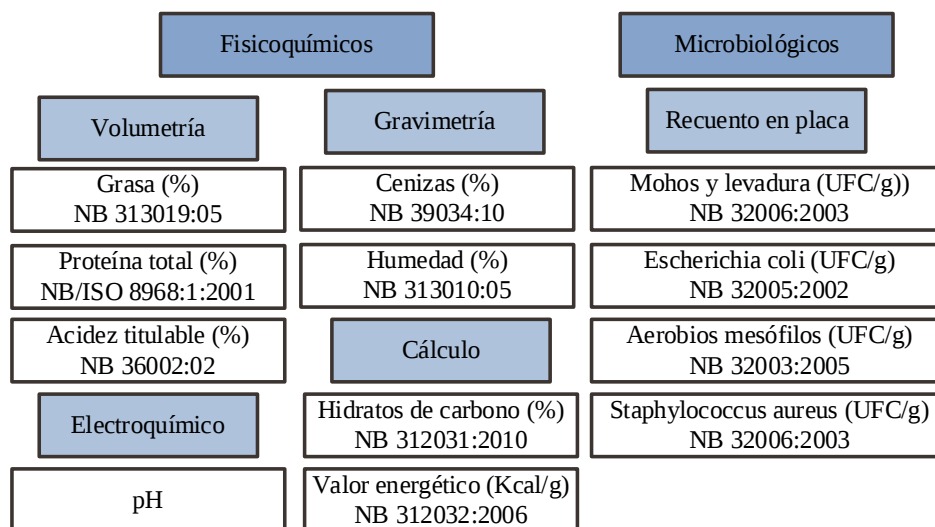


Fuente: CEANID, 2023

Figura 3.2: Análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla a los 25 días de almacenamiento

3.8 Análisis fisicoquímicos, microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla al final del proceso de almacenamiento

Los análisis se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), y la figura 3.3 muestra los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que se realizaron al yogurt batido frutado sabor frutilla con el fin de conocer la composición fisicoquímica y microbiológica elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) a los 30 días del proceso de almacenamiento.



Fuente: CEANID, 2023

Figura 3.3: Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla a los 30 días de almacenamiento

3.9 Reactivos químicos de laboratorio

Los reactivos químicos utilizados para la determinación de acidez del del yogurt batido frutado sabor frutilla, se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Reactivos químicos de laboratorio

Reactivo	Concentración	Estado
Hidróxido de sodio	0,1 N	Líquido
Fenolftaleína	1,0 %	Líquido

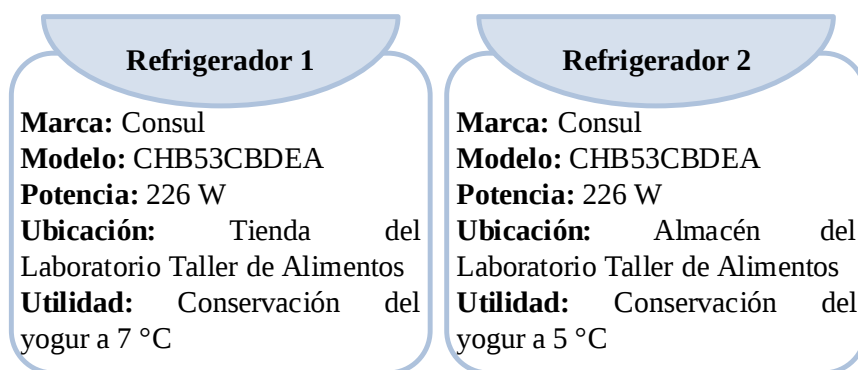
Fuente: Elaboración propia

3. 10 Equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios de cocina

Para el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación, se utilizaron equipos, instrumentos de laboratorio, materiales de laboratorio y utensilios de cocina, los cuales se describen a continuación.

3.11 Equipos

Los equipos utilizados en el trabajo, están ubicadas en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.). En la figura 3.4, se detallan las especificaciones técnicas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: Equipos para la conservación del yogurt batido frutado sabor frutilla

3.12 Instrumentos de laboratorios

Los instrumentos de laboratorio que se utilizaron en el presente trabajo están ubicadas en los Laboratorios Académicos Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.A.C.I.A.). En la figura 3.5, se detallan las especificaciones técnicas.

Termómetro Temperatura máxima: 100 °C Temperatura mínima: 0 °C Termómetro de mercurio	Balanza digital Modelo PS4500.R2 Capacidad máxima: 450 g Capacidad mínima: 0,5 g
Bureta digital Marca DIGITRATE PRO Capacidad máxima: 50 ml Precisión de 0,2 %	pH metro Marca Horiba LAQUA Rango de temperatura: -30,0 – 130 °C Rango de pH: -2,00 a 17,99 pH

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5: Instrumentos de medición para determinar la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

3.13 Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio que se utilizaron en el presente trabajo, se detallan a continuación.

- ⇒ **Probeta:** Material vidrio, volumen 20 ml.
- ⇒ **Matraz Erlenmeyer:** Material de vidrio, volumen 50 ml.
- ⇒ **Espátula:** Material acero inoxidable, tamaño mediano.
- ⇒ **Barrilla:** Material vidrio, tamaño mediano.
- ⇒ **Pipeta:** Material vidrio, volumen 10 ml.
- ⇒ **Piceta:** Material plástico, volumen 500 ml.
- ⇒ **Vaso precipitado:** Material vidrio, volumen 50 ml.

3.14 Utensilios de cocina

Los utensilios que se utilizaron en el presente trabajo, se detallan a continuación.

- ⇒ **Cuchara:** Material acero inoxidable, tamaño mediano.
- ⇒ **Colador:** Material plástico, tamaño mediano.
- ⇒ **Cuchillo:** Material acero inoxidable, tamaño mediano.
- ⇒ **Jarra:** Material plástico, tamaño 500 ml.

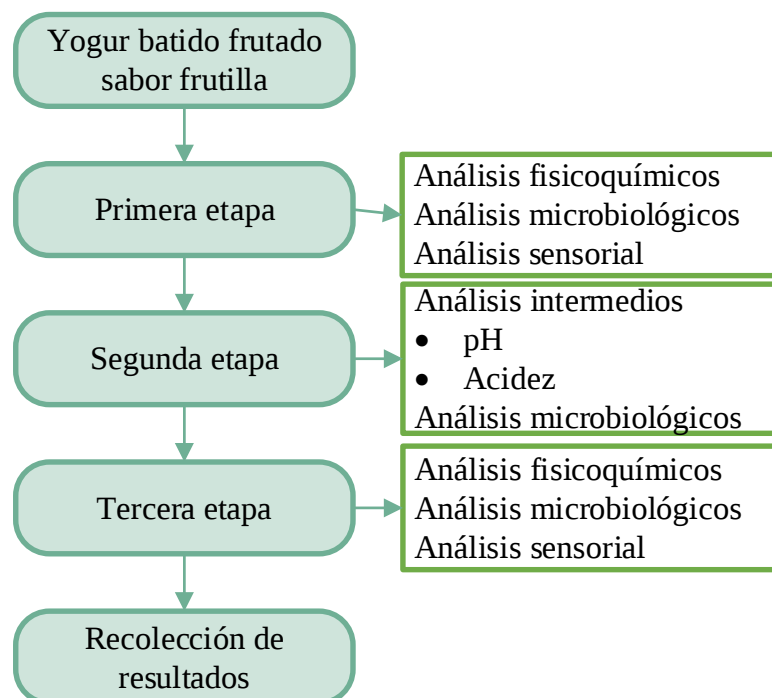
3.15 Software de aplicación

Los softwares que se utilizaron en el presente trabajo, son los siguientes:

- Microsoft Office (versión 15).
 - ❖ Word.
 - ❖ Excel.
 - ❖ Visio.
- Software estadístico.
 - ❖ Statgraphics Centurion XVI.
 - ❖ Minitab 2019

3.16 Diagrama para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

En la figura 3.6, se muestra el diagrama para determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6: Diagrama para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

3.16.1 Desarrollo de la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

A continuación se describe los pasos que se siguieron para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

3.16.1.1 Yogurt batido sabor frutilla



Una vez envasado el yogurt batido frutado sabor frutilla, se adquirió el producto de la tienda del Laboratorio Taller de Alimentos, las cuales se almacenaron en dos ambientes, el refrigerador de la tienda a una temperatura de 7 °C y el refrigerador del almacén a una temperatura de 5 °C.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7: Yogurt batido sabor frutilla

3.16.1.2 Primera etapa

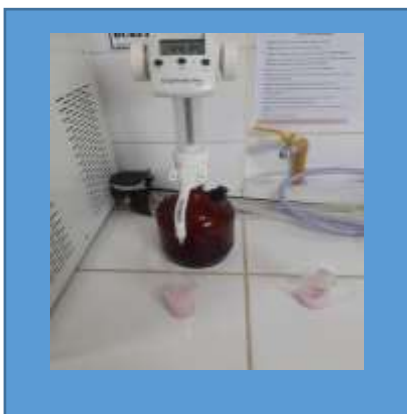


En la primera etapa para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla, se procedió a realizar el análisis de pH y acidez inicial, también se prepararon muestras para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID). Se realizó evaluación sensorial al producto con el fin de poder evaluar las propiedades sensoriales del yogurt batido sabor frutilla.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8: Determinación del pH y acidez al inicio del almacenamiento

3.16.1.3 Segunda etapa



En la segunda etapa se realizaron controles día por medio hasta completar 30 días de almacenamiento, se controló la temperatura de los refrigeradores utilizados y se midió el pH y acidez de las muestras seleccionadas, también se realizó el control microbiológico respectivo a los 25 días de almacenamiento en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9: Determinación del pH y acidez al finalizar del almacenamiento

3.16.1.4 Tercera etapa



En la cuarta etapa para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla, se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) con el fin de poder observar los cambios fisicoquímicos y microbiológicos. Se realizó evaluación sensorial al producto con el fin de poder evaluar el cambio de las propiedades sensoriales del yogurt batido sabor frutilla.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Determinación de la vida útil del yogurt

3.16.1.5 Recolección de resultados



Se recolecto todos los resultados obtenidos en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), los resultados de los controles de análisis intermedios realizados (pH y acidez), y los resultados obtenidos de las evaluaciones sensoriales realizadas al inicio y final del almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla, se procedió a evaluar los resultados, observando si están aun dentro del rango permisible según lo que establece las Normas Bolivianas.

Fuente: Elaboración propia

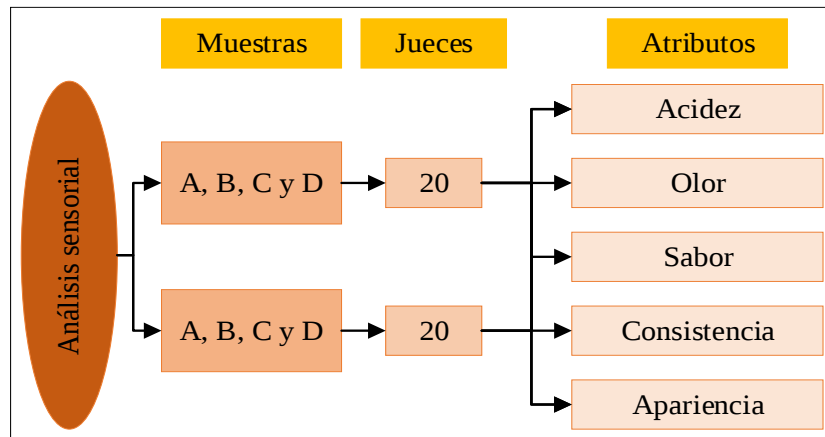
Figura 3.11: Recolección de resultados

3.17 Evaluación sensorial

(Lima, 2007) define que la evaluación sensoria es la disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales (Pág, 83).

La Evaluación Sensorial trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitan, ya que de ello depende en gran medida el éxito y confiabilidad de los resultados (Witting, 2001).

En la figura 3.12, muestra el análisis sensorial realizado al inicio y fin del almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12: Evaluación sensorial del yogurt batido frutado sabor frutilla

3.18 Diseño experimental

Un diseño experimental es una serie de pruebas en las que se realizan cambios deliberados en las variables de entrada (independiente) de un proceso para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta (dependiente) de salida. (Melo et al, 2020).

3.18.1 Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

El DBCA busca determinar diferencias entre tratamientos, en los que cada uno de estos es aplicado a distintas UEs en cada uno de los bloques; por tal razón, el número de UE por bloques es constante. Una de las ventajas del DBCA es la flexibilidad ya que no se hace restricción sobre el número de tratamientos o sobre el número de aplicaciones en el experimento (Melo et al, 2020).

El DBCA se aplica cuando se quieren comparar ciertos tratamientos y en un DBCA se consideran tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamiento, el factor de bloque y el error aleatorio, teniendo tres posibles causas de la variabilidad presente en los datos. (Gutierrez & De la Vara, 2008)

Según Gutiérrez & De la Vara (2018), el modelo de regresión simple también permite expresar el resultado de un diseño experimental de forma matemática. En la siguiente ecuación 3.1, se describe el modelo de regresión a ser aplicado:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}; \quad j=1,2,\dots,k \text{ y } j=1,2,\dots,b \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Donde:

Y_{ij} = Tratamiento i y bloque j

μ = Media global poblacional

τ_i = Efecto de i

γ_j = Efecto del bloque j

ε_{ij} = Error experimental a la medición Y_{ij}

3.18.1.1 Diseño DBCA aplicado en la etapa de determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

El diseño experimental en la etapa de determinación del calor específico, se aplicó la siguiente hipótesis:

$$H_o = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots \mu_k = \mu$$

$$H_A = \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

En la tabla 3.2 se muestra la matriz del diseño experimental a ser aplicado en la etapa de determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla.

Tabla 3.2

Matriz de diseño de bloques completamente al azar para la determinación vida útil de yogurt batido frutado sabor frutilla

Bloques	Tratamientos						Total	Medias
	1	2	3	i	...	t		
1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{i1}	...	Y_{t1}	$Y_{.1}$	$Y_{.1}$
2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{i2}	...	Y_{t2}	$Y_{.2}$	$Y_{.2}$
3	Y_{31}	Y_{32}	...	Y_{i3}	...	Y_{t3}	$Y_{.3}$	$Y_{.3}$
.	...	...	...	...	...	...	...	...
.	...	...	...	...	...	...	...	...
j	Y_{1j}	Y_{2j}	...	Y_{ij}	...	Y_{tj}	$Y_{.j}$	$Y_{.j}$
.	...	...	...	...	...	...	...	...
.	...	...	...	...	...	...	...	...
b	Y_{1b}	Y_{2b}	...	Y_{ib}	...	Y_{tb}	$Y_{.b}$	$Y_{.b}$
Total	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$		$Y_{.b}$		$Y_{.t}$	$Y_{..}$	
Medias	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$		$Y_{.b}$		$Y_{.t}$		$Y_{...}$

Fuente: (Melo et al, 2020)

3.19 Operacionalización de las variables para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

En la tabla 3.3, se muestra la operacionalización de variables para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Tabla 3.3

Operacionalización de variables para la determinación de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla.

Hipótesis	Variables		Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
Una metodología de conservación por frío, refrigeración; en el yogurt batido frutado sabor frutilla, elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos, nos permitirá obtener un producto de calidad.	Variable independiente – Causa	Control del pH y acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla.	Durante el procesamiento y el almacenamiento de alimentos ocurren cambios químicos que se derivan de la composición y de los factores ambientales externos (Man & Jones, 1994).	Acidez	%
				pH	---
				Temperatura	°C
	Variable dependiente - efecto	Vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla.	Período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitaria. (Giraldo, 1999).	Humedad	%
				Grasas	%
				Hidrato de carbono	%
				Proteína total	%
				Staphylococcus aureus	UFC/g(ml)
				Mohos y levaduras	UFC/g(ml)
				Escherichia coli	UFC/g(ml)
				Aerobios mesófilos	UFC/g(ml)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Caracterización del yogurt batido frutado sabor frutilla

Para caracterizar el yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.), se tomaron en cuenta las propiedades físicas, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales se detallan a continuación.

4.1.1 Propiedades fisicoquímicas del yogurt batido frutado sabor frutilla

Las propiedades fisicoquímicas del yogurt son:

4.1.1.1 Análisis fisicoquímicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

En la tabla 4.1, se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del yogurt batido frutado sabor frutilla.

Tabla 4.1

Análisis fisicoquímicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

Parámetros	Unidad	Resultados
Cenizas	%	0,59
Fibra	%	n.d.
Grasa	%	2,90
Hidrato de carbono	%	17,21
Humedad	%	76,23
Proteína total (Nx6,25)	%	2,85
Valor energético	Kcal/100 g	106,34

Fuente: CEANID, 2023

Como se puede observar en la tabla 4.1, se muestran que los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos del yogurt batido frutado sabor frutilla contiene: Cenizas 0,59%; Fibra n.d.; grasa 2,90%; Hidratos de carbono 17,21%; Humedad 76,23%; Proteína total 2,85% y Valor energético 106,34 Kcal/100 g.

4.1.1.2 Análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla

En la tabla 4.2, se puede observar los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla.

Tabla 4.2

Análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

Microorganismos	Unidad	Resultados
<i>Bacterias aerobias mesófilas</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
<i>Mohos y levaduras</i>	UFC/g	$3,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2023

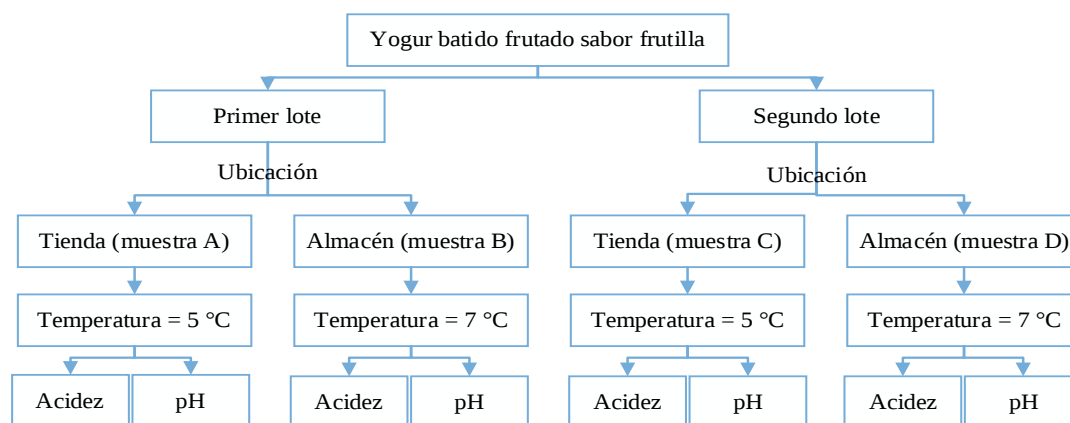
Como se puede observar en la tabla 4.2, se muestran que los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla contiene: *Bacterias aerobias mesófilas* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g; *Escherichia coli* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, *Staphylococcus áureas* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y *Mohos y levaduras* $3,0 \times 10^1$ UFC/g.

4.2 Selección de muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla para el estudio de vida útil

Para el estudio de la vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla elaborado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.), las muestras son recolectadas en el momento que termina el proceso de envasado del producto, seguidamente se almacena en condiciones controladas de temperatura y se realiza los controles de acidez y pH.

4.2.1 Condiciones de almacenamiento y controles del yogurt batido frutado sabor frutilla

Para el presente trabajo de investigación, se trabajó a base de dos lotes que fueron adquiridos en la tienda del Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.), el almacenamiento se realizó en el área de almacén y la tienda debido a que en estos dos lugares es donde se tiene almacenado los productos, en el refrigerador del almacén se controló a una temperatura de 5 °C y en el refrigerador de la tienda a una temperatura de 7 °C, pero a medida que se realizó los controles de la temperatura de ambos refrigeradores, se llegó a la conclusión de que la cadena de frío no es constante debido a que ambos refrigeradores se abren y cierran constantemente para sacar productos. Seguidamente se realizaron controles día por medio de la acidez y pH del producto para ver como este va cambiando a medida que pasan los días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Condiciones de almacenamiento y controles del yogurt batido frutado sabor frutilla

4.2.1.1 Control de acidez y pH realizados al yogurt batido frutado sabor frutilla

Los controles de acidez y pH realizados al yogurt batido frutado sabor frutilla, se realizó en dos lotes que fueron adquiridos de la tienda del Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) momento después de ser envasados.

4.2.1.1.1 Control de acidez primer lote

En la tabla 4.3, se muestra los datos obtenidos de la medición de acidez para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra A), cuyos resultados están expresados en % de ácido láctico.

Tabla 4.3

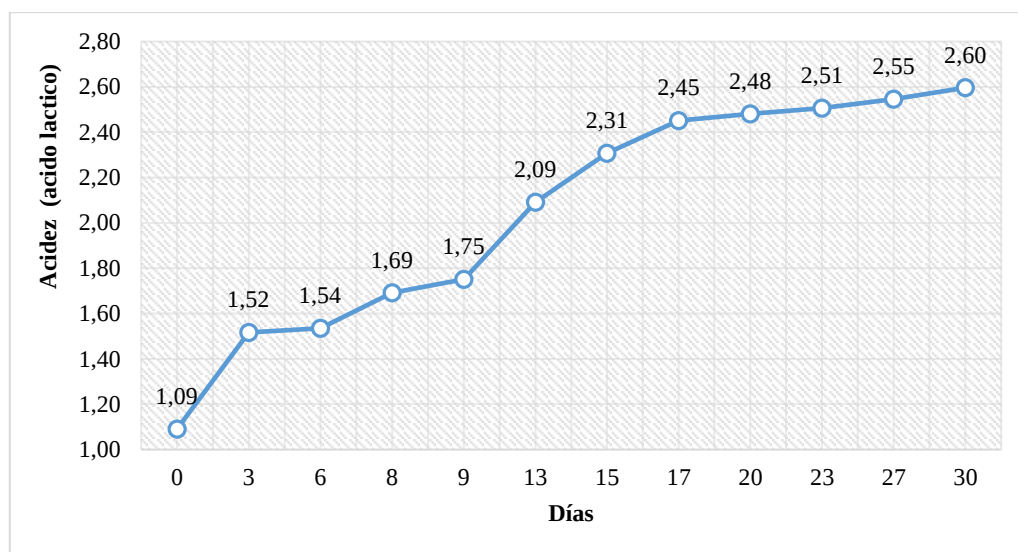
Control de acidez muestra A

Fecha	Día de almacenamiento	Acidez	Temp. °C	Factor de corrección	Acidez corregida (°D)	Acidez corregida (% Ac. Láctico)
28/2/2023	0	9,82	5	0,9998	10,91	1,09
31/3/2023	3	13,65	7	0,9998	15,16	1,52
03/4/2023	6	13,82	5	0,9998	15,35	1,54
05/4/2023	8	15,23	5	0,9998	16,92	1,69
06/4/2023	9	15,76	5	0,9998	17,51	1,75
10/4/2023	13	18,82	7	0,9998	20,91	2,09
12/4/2023	15	20,77	7	0,9998	23,07	2,31
14/4/2023	17	22,07	7	0,9998	24,52	2,45
17/4/2023	20	21,99	6	1,0155	24,81	2,48
20/4/2023	23	22,21	5	1,0155	25,06	2,51
24/4/2023	27	22,56	5	1,0155	25,46	2,55
27/4/2023	30	23,01	5	1,0155	25,96	2,60

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.3, se puede observar que se tiene una acidez inicial de 1,09 % en el producto, el cual va aumentando a medida que pasan los días hasta llegar a una acidez final de 2,60 % a los 30 días de almacenamiento, teniendo una temperatura promedio de almacenamiento de 5,75 °C.

En la figura 4.2, se muestra los resultados obtenidos del control de acidez expresados en % de ácido láctico, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra A) en base a datos de la tabla 4.3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Control de acidez muestra A

En la figura 4.2, se puede observar el aumento de la acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a una acidez final de 2,60 % de ácido láctico.

En la tabla 4.4, se muestra los datos obtenidos de la medición de acidez para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra B), cuyos resultados están expresados en % de ácido láctico.

Tabla 4.4

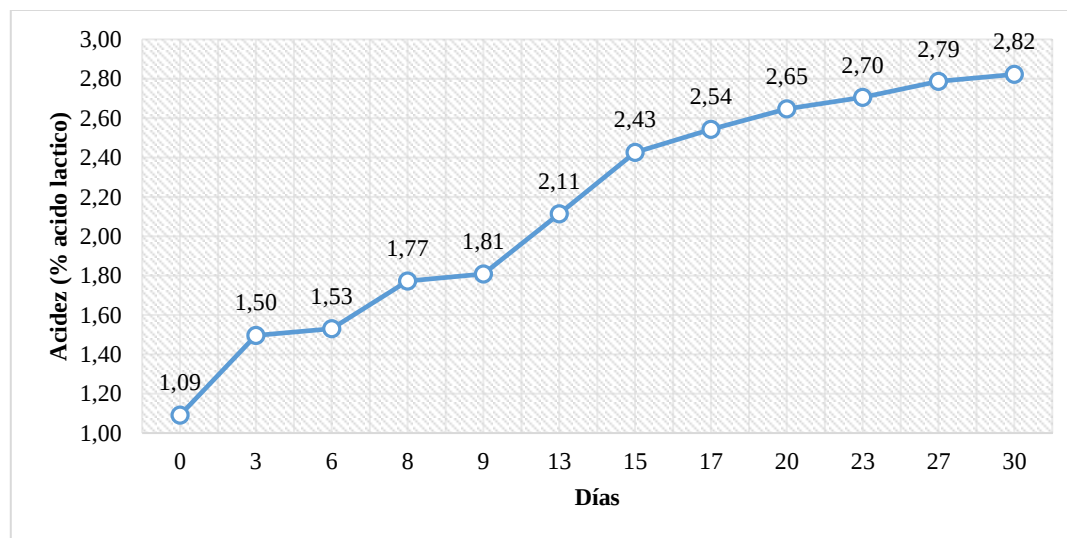
Control de acidez muestra B

Fecha	Día de almacenamiento	Acidez	Temp. (°C)	Factor de corrección	Acidez corregida (°D)	Acidez corregida (% Ac. Láctico)
28/2/2023	0	9,82	9	0,9998	10,91	1,09
31/3/2023	3	13,47	10	0,9998	14,96	1,50
3/4/2023	6	13,78	3	0,9998	15,31	1,53
5/4/2023	8	15,96	5	0,9998	17,73	1,77
6/4/2023	9	16,27	3	0,9998	18,07	1,81
10/4/2023	13	19,02	10	0,9998	21,13	2,11
12/4/2023	15	21,84	10	0,9998	24,26	2,43
14/4/2023	17	22,89	5	0,9998	25,43	2,54
17/4/2023	20	23,82	9	0,9998	26,46	2,65
20/4/2023	23	23,97	10	1,0155	27,05	2,70
24/4/2023	27	24,69	10	1,0155	27,86	2,79
27/4/2023	30	25,01	5	1,0155	28,22	2,82

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.4, se puede observar que se tiene una acidez inicial de 1,09 % en el producto, el cual va aumentando a medida que pasan los días hasta llegar a una acidez final de 2,82 % a los 30 días de almacenamiento, teniendo una temperatura promedio de almacenamiento de 7,41 °C.

En la figura 4.3, se muestra los resultados obtenidos del control de acidez expresados en % de ácido láctico, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra B), en base a datos de la tabla 4.4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Control de acidez muestra B

En la figura 4.3, se puede observar el aumento de la acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a una acidez final de 2,82 % de ácido láctico.

4.2.1.1.2 Control de pH primer lote

En la tabla 4.5, se muestra los datos obtenidos de la medición de pH para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra A), para lo cual se realizó dos mediciones y se sacó un promedio para obtener resultados más confiables. El producto fue almacenado en el área de almacén del laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Tabla 4.5

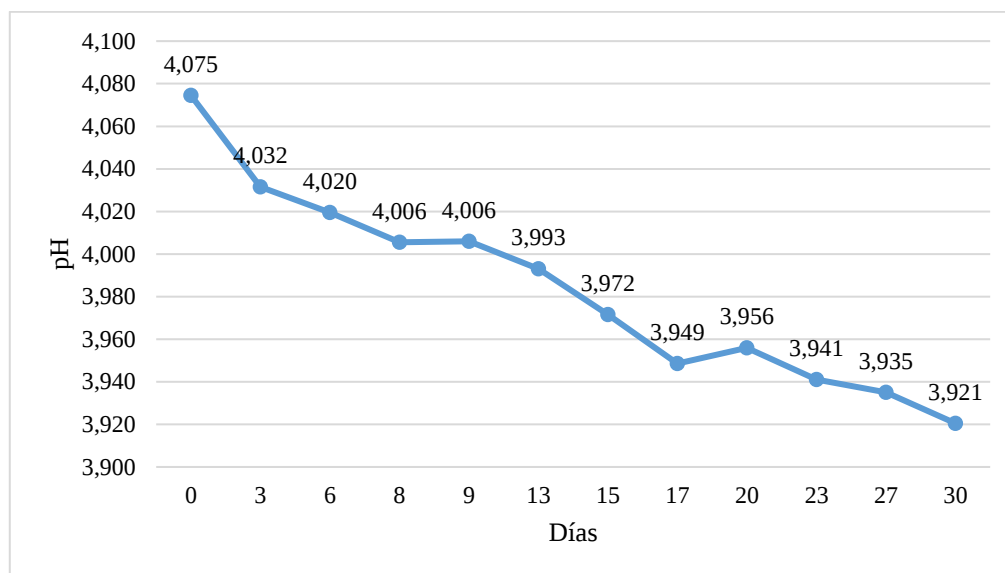
Control de pH muestra A

Fecha	Día de almacenamiento	pH		Promedio
		Medición 1	Medición 2	
28/2/2023	0	4,077	4,072	4,075
31/3/2023	3	4,032	4,031	4,032
03/4/2023	6	4,021	4,018	4,020
05/4/2023	8	4,001	4,010	4,006
06/4/2023	9	4,015	3,997	4,006
10/4/2023	13	3,990	3,996	3,993
12/4/2023	15	3,990	3,953	3,972
14/4/2023	17	3,959	3,938	3,949
17/4/2023	20	3,952	3,96	3,956
20/4/2023	23	3,954	3,928	3,941
24/4/2023	27	3,938	3,932	3,935
27/4/2023	30	3,919	3,922	3,921

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5, se puede observar que se tiene un pH de corte del yogurt inicial de 4,075, el cual va disminuyendo a medida que pasan los días hasta llegar a un pH final de 3,921 a los 30 días de almacenamiento a una temperatura promedio de 5,75 °C.

En la figura 4.5, se muestra los resultados obtenidos del control pH, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra A), en base a datos de la tabla 4.5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Control de pH muestra A

En la figura 4.4, se puede observar cómo disminuye el pH del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a un pH final de 3,921.

En la tabla 4.6, se muestra los datos obtenidos de la medición de pH para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra B), para lo cual se realizó dos mediciones y se sacó un promedio para obtener resultados más confiables. El producto fue almacenado en el área de almacén del laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Tabla 4.6

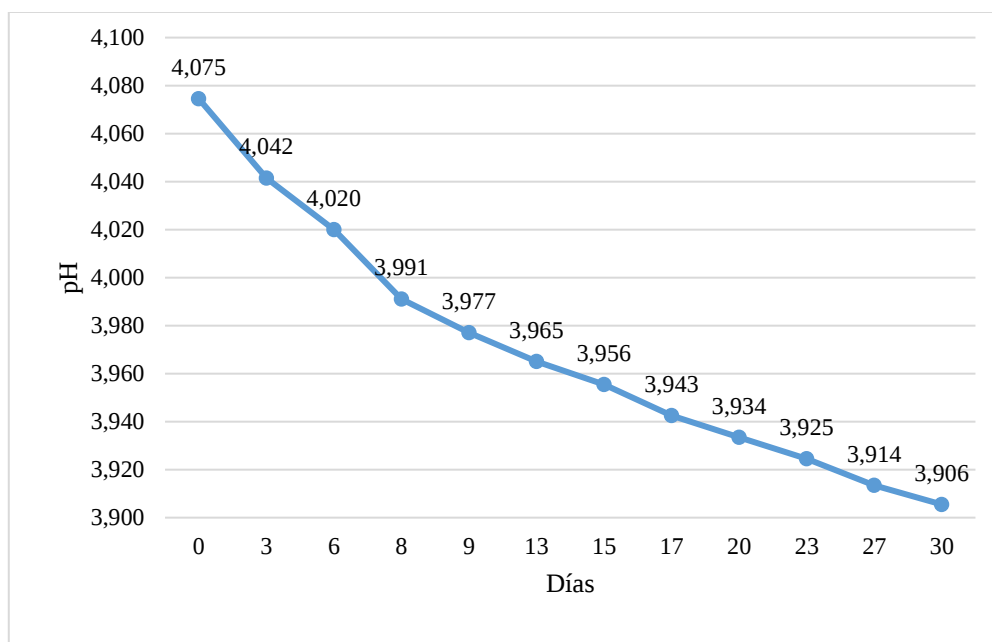
Control de pH muestra B

Fecha	Dia de almacenamiento	pH		Promedio
		Medición 1	Medición 2	
28/2/2023	0	4,077	4,072	4,075
31/3/2023	3	4,044	4,039	4,042
03/4/2023	6	4,021	4,019	4,020
05/4/2023	8	3,992	3,99	3,991
06/4/2023	9	3,979	3,975	3,977
10/4/2023	13	3,962	3,968	3,965
12/4/2023	15	3,958	3,953	3,956
14/4/2023	17	3,942	3,943	3,943
17/4/2023	20	3,934	3,933	3,934
20/4/2023	23	3,927	3,922	3,925
24/4/2023	27	3,912	3,915	3,914
27/4/2023	30	3,902	3,909	3,906

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.6, se puede observar que se tiene un pH de corte del yogurt inicial de 4,075, el cual va disminuyendo a medida que pasan los días hasta llegar a un pH final de 3,906 a los 30 días de almacenamiento a una temperatura promedio de 7,41 °C.

En la figura 4.5, se muestra los resultados obtenidos del control de pH, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra A), en base a datos de la tabla 4.6.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Control de pH muestra B

En la figura 4.5, se puede observar cómo disminuye el pH del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a un pH final de 3,906.

4.2.1.2 Control de acidez segundo lote

En la tabla 4.7, se muestra los datos obtenidos de la medición de acidez para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra C), producto ubicado en el área de almacén del laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.), cuyos resultados están expresados en % de ácido láctico.

Tabla 4.7

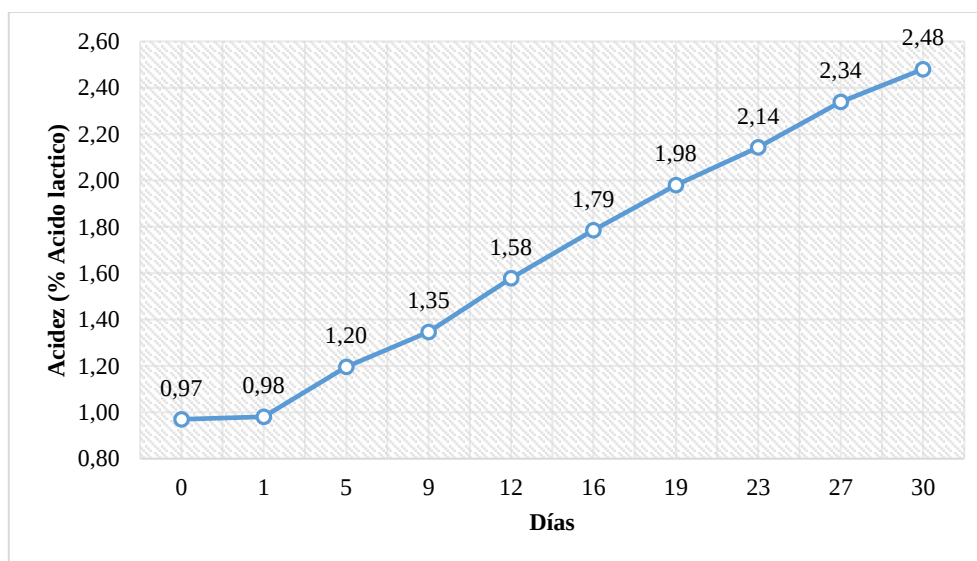
Control de acidez muestra C

Fecha	Día de almacenamiento	Acidez	Temp. (°C)	Factor de corrección	Acidez corregida (°D)	Acidez corregida (% Ac. Láctico)
05/4/2023	0	8,73	8	0,9998	9,70	0,97
06/4/2023	1	8,83	5	0,9998	9,81	0,98
10/4/2023	5	10,76	7	0,9998	11,95	1,20
14/4/2023	9	12,12	6	0,9998	13,46	1,35
17/4/2023	12	13,99	5	1,0155	15,79	1,58
21/4/2023	16	15,82	5	1,0155	17,85	1,79
24/4/2023	19	17,55	7	1,0155	19,80	1,98
28/4/2023	23	18,99	5	1,0155	21,43	2,14
02/5/2023	27	20,73	6	1,0155	23,39	2,34
05/5/2023	30	21,98	5	1,0155	24,80	2,48

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.7, se puede observar que se tiene una acidez inicial de 0,97 % en el producto, el cual va aumentando a medida que pasan los días hasta llegar a una acidez final de 2,48 % a los 30 días de almacenamiento, teniendo una temperatura promedio de almacenamiento de 5,90 °C.

En la figura 4.6, se muestra los resultados obtenidos del control de acidez expresados en % de ácido láctico, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra C), en base a datos de la tabla 4.7.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Control de acidez muestra C

En la figura 4.7, se puede observar el aumento de la acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a una acidez final de 2,48 % de ácido láctico.

En la tabla 4.8, se muestra los datos obtenidos de la medición de acidez para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra D), producto ubicado en el área de la tienda del laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.), cuyos resultados están expresados en % de ácido láctico.

Tabla 4.8

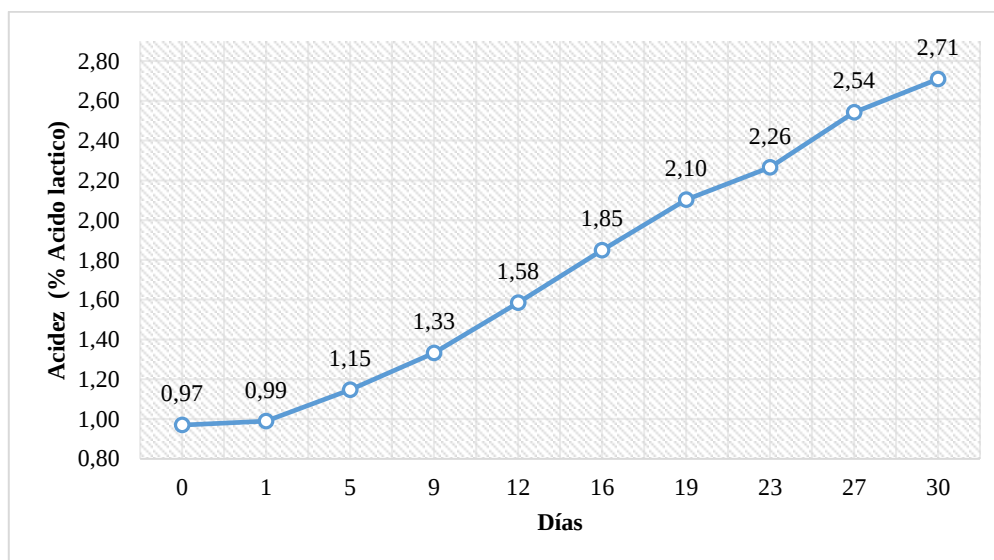
Control de acidez muestra D

Fecha	Día de almacenamiento	Acidez	Temp. (°C)	Factor de corrección	Acidez corregida (°D)	Acidez corregida (% Ac. Láctico)
05/4/2023	0	8,73	5	0,9998	9,70	0,97
06/4/2023	1	8,90	3	0,9998	9,89	0,99
10/4/2023	5	10,32	10	0,9998	11,46	1,15
14/4/2023	9	11,99	10	0,9998	13,32	1,33
17/4/2023	12	14,04	9	1,0155	15,84	1,58
21/4/2023	16	16,39	7	1,0155	18,49	1,85
24/4/2023	19	18,63	10	1,0155	21,02	2,10
28/4/2023	23	20,07	9	1,0155	22,65	2,26
02/5/2023	27	22,53	1	1,0155	25,42	2,54
05/5/2023	30	24,01	8	1,0155	27,09	2,71

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.8, se puede observar que se tiene una acidez inicial de 0,97 % en el producto, el cual va aumentando a medida que pasan los días hasta llegar a una acidez final de 2,71 % a los 30 días de almacenamiento, teniendo una temperatura promedio de almacenamiento de 7,20 °C.

En la figura 4.7, se muestra los resultados obtenidos del control de acidez expresados en % de ácido láctico, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra D), en base a datos de la tabla 4.8.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Control de acidez muestra D

En la figura 4.7, se puede observar el aumento de la acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a una acidez final de 2,71 % de ácido láctico.

4.2.1.2.1 Control de pH segundo lote

En la tabla 4.9, se muestra los datos obtenidos de la medición de pH para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra C), para lo cual se realizó dos mediciones y se sacó un promedio para obtener resultados más confiables. El producto fue almacenado en el área de almacén del laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Tabla 4.9

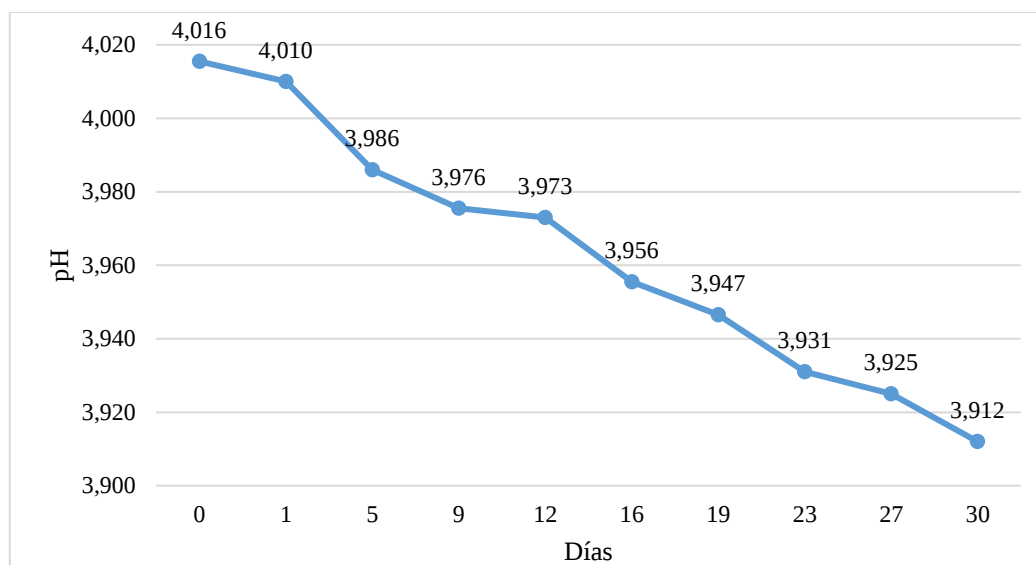
Control de pH muestra C

Fecha	Día de almacenamiento	pH		Promedio
		Medición 1	Medición 2	
05/4/2023	0	4,009	4,022	4,016
06/4/2023	1	4,022	3,998	4,010
10/4/2023	5	3,988	3,984	3,986
14/4/2023	9	3,981	3,970	3,976
17/4/2023	12	3,976	3,970	3,973
21/4/2023	16	3,957	3,954	3,956
24/4/2023	19	3,945	3,948	3,947
28/4/2023	23	3,930	3,932	3,931
02/5/2023	27	3,922	3,928	3,925
05/5/2023	30	3,913	3,911	3,912

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.9, se puede observar que se tiene un pH de corte del yogurt inicial de 4,016, el cual va disminuyendo a medida que pasan los días hasta llegar a un pH final de 3,912 a los 30 días de almacenamiento a una temperatura promedio de 5,90 °C.

En la figura 4.8, se muestra los resultados obtenidos del control pH, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra C), en base a datos de la tabla 4.9.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Control de pH muestra C

En la figura 4.9, se puede observar cómo disminuye el pH del yogurt batido frutado sabor frutilla, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a un pH final de 3,912.

En la tabla 4.10, se muestra los datos obtenidos de la medición de pH para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra D), para lo cual se realizó dos mediciones y se sacó un promedio para obtener resultados más confiables. El producto fue almacenado en el área de almacén del laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Tabla 4.10

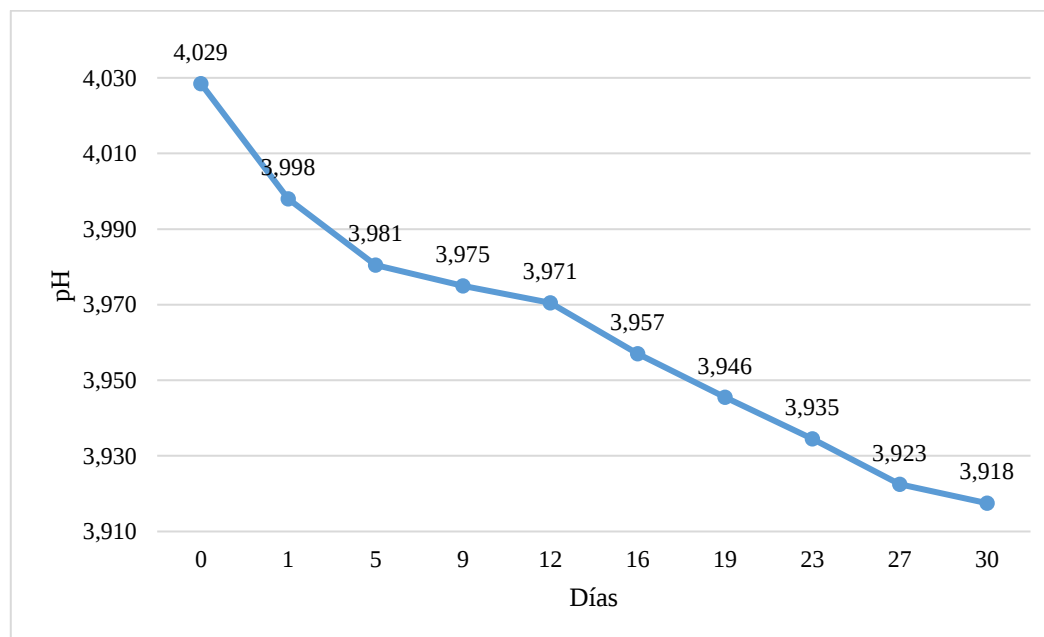
Control de pH muestra D

Fecha	Día de almacenamiento	pH		Promedio
		Medición 1	Medición 2	
05/4/2023	0	4,024	4,033	4,029
06/4/2023	1	3,995	4,001	3,998
10/4/2023	5	3,981	3,980	3,981
14/4/2023	9	3,978	3,972	3,975
17/4/2023	12	3,970	3,971	3,971
21/4/2023	16	3,955	3,959	3,957
24/4/2023	19	3,943	3,948	3,946
28/4/2023	23	3,937	3,932	3,935
02/5/2023	27	3,922	3,923	3,923
05/5/2023	30	3,915	3,920	3,918

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10, se puede observar que se tiene un pH de corte del yogurt batido inicial de 4,029, el cual va disminuyendo a medida que pasan los días hasta llegar a un pH final de 3,918 a los 30 días de almacenamiento a una temperatura promedio de 7,20 °C.

En la figura 4.9, se muestra los resultados obtenidos del control pH, para un control de 30 días del yogurt batido frutado sabor frutilla (muestra D), en base a datos de la tabla 4.10.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9: Control de pH muestra D

En la figura 4.9, se puede observar cómo disminuye el pH del yogurt batido, en la cual se puede ver de mejor manera que en 30 días de control llega a un pH final de 3,918.

4.3 Análisis de acidez (ácido láctico) y pH del yogurt batido frutado sabor frutilla al final del almacenamiento

En la tabla 4.11, se muestran los resultados de acidez y pH realizado en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, a los 30 días de almacenamiento.

Tabla 4.11

Análisis de acidez (ácido láctico) y pH del yogurt batido frutado sabor frutilla al final del almacenamiento

Parámetro	Muestra inicial	Muestra A 5°C	Muestra B 7 °C	Muestra inicial	Muestra C 5 °C	Muestra D 7 °C
Acidez	1,090	2,600	2,820	0,970	2,480	2,710
pH	4,075	3,921	3,906	4,029	3,912	3,918

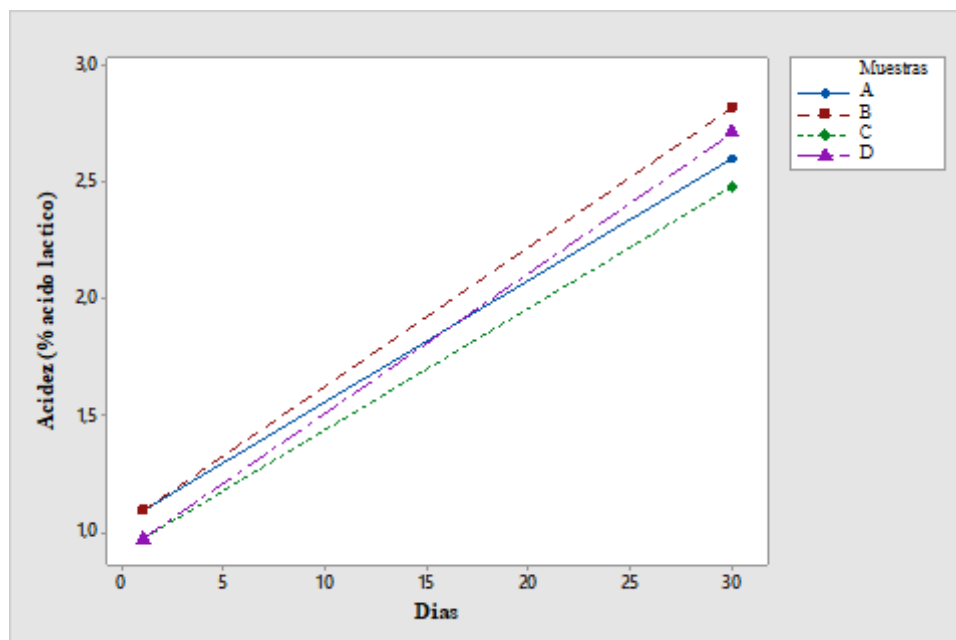
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realiza el análisis grafico de acuerdo a la acidez y el pH en el yogurt frutado (A, B, C y D); comparando el valor inicial y transcurrido los 30 días de almacenamiento.

4.3.1 Análisis de acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla al final del almacenamiento

En la figura 4.10 se muestra la variación de la acidez (ácido láctico) en el yogurt batido en función del tiempo, tomando como valores iniciales de acidez entre (0,97-1,09) % análisis realizado al comienzo del almacenamiento y al transcurrir 30 días de almacenamiento de las cuatro muestras de yogurt batido (A, B, C y D) según datos obtenidos de la tabla 4.11.

La Norma Boliviana (IBNORCA, 2006 NB-33016), indican un valor mínimo de acidez (0,50) %, dato que se tomó como referencia para el límite de control inferior (LCI) en el análisis.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Variación de acidez vs tiempo de almacenamiento

Según la figura 4.10, se puede observar que el primer día de almacenamiento las muestras A y B presenta un valor inicial de acidez (1,09) %; al transcurrir treinta días de almacenamiento las muestras presentan un aumento en la acidez, siendo la de mayor porcentaje la muestra B almacenada a 7°C; en comparación con las muestras C y D que presentan un valor inicial de acidez (0,97) %; al transcurrir treinta días de almacenamiento las muestras presentan un aumento en la acidez, siendo la de mayor porcentaje la muestra D almacenada a 7°C. De tal manera, se puede observar que a medida que se incrementa la temperatura de refrigeración el porcentaje de acidez aumenta también.

De acuerdo a la Norma Boliviana (IBNORCA, 2006 NB-33016) los valores de porcentaje de acidez no deben ser mayores a (1,50)%, lo cual nos indica que durante el deterioro del producto este parámetro no se ve influenciado ya que se encuentra por debajo del valor máximo requerido.

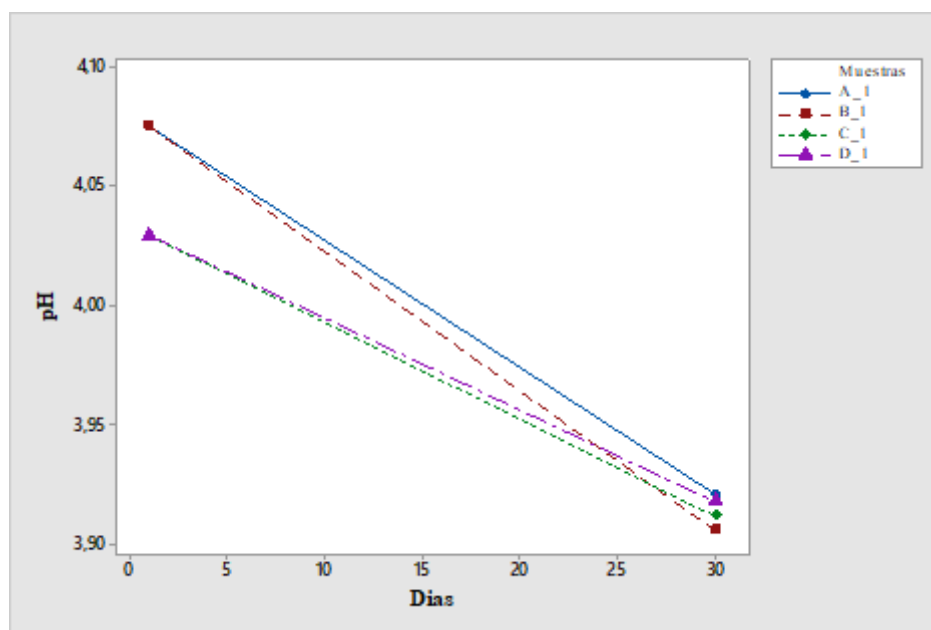
Realizado el análisis de acidez en el yogurt frutado al inicio y transcurrido los treinta días de almacenamiento, los resultados mostraron que este parámetro aumentó lo que

generalmente sucede ya que en el transcurso del tiempo ocurren procesos bioquímicos que desnaturalizan las proteínas.

4.3.2 Análisis de pH del yogurt frutado al final del almacenamiento

En la figura 4.11, se muestra la variación de pH en el yogurt batido en función del tiempo, tomando como valores iniciales de acidez entre (4,075-4,029) análisis realizado al comienzo del almacenamiento y al transcurrir 30 días de almacenamiento de las cuatro muestras de yogurt batido (A, B, C y D) según datos obtenidos de la tabla 4.11.

LA norma Boliviana (IBNORCA, 2006 NB-33016), indican un valor mínimo de pH (-), dato que se tomó como referencia para el límite de control inferior (LCI) en el análisis



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11: Variación de pH vs tiempo de almacenamiento

Según la figura 4.11, se puede observar que el primer día de almacenamiento las muestras A y B presenta un valor inicial de pH (4,075); al transcurrir treinta días de almacenamiento las muestras presentan un descenso en el pH, siendo la de menor valor la muestra B almacenada a 7°C; en comparación con las muestras C y D que presentan un valor inicial de acidez (4,029); al transcurrir treinta días de almacenamiento las

muestras presentan un descenso en el pH, siendo la de menor valor la muestra C almacenada a 5 °C. De tal manera, se puede observar que a medida que se incrementa la temperatura de refrigeración el valor del pH aumenta también.

De acuerdo a la Norma Boliviana (IBNORCA, 2006 NB-33016) los valores de pH no deben ser menores a (4,600), lo cual nos indica que durante el deterioro del producto este parámetro no se ve influenciado ya que se encuentra por debajo del valor máximo requerido.

Realizado el análisis de pH en el yogurt frutado al inicio y transcurrido los treinta días de almacenamiento, los resultados mostraron que este parámetro descendió a medida que aumenta la acidez.

4.4 Diseño de bloques completamente al azar aplicado en el almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla

Observando la variabilidad que tienen las diferentes muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla durante el tiempo de almacenamiento, se desea conocer estadísticamente la variabilidad producida por diferentes fuentes extrañas en esta etapa; para lo cual se aplica un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), donde se consideran tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamientos (lotes), el factor (4 semanas) y el error aleatorio, es decir se tienen tres posibilidades culpables de la variabilidad presente en el factor de interés; con objeto de conocer si las concentraciones de acidez medida en las cuatro semanas son iguales para los lotes de producción (A, B, C y D) es decir no hay diferencias entre los lotes durante las cuatro semanas del almacenamiento con respecto al factor acidez y la hipótesis alternativa es que las concentraciones de acidez son diferentes al menos en dos lotes durante cuatro semanas de almacenamiento. La finalidad de este diseño es elegir el lote más eficiente en términos de acidez durante su almacenamiento.

La variable respuesta es la concentración de acidez en las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla en cuatro semanas de almacenamiento, repartida en cuatro unidades de medición, en total se tiene dieciséis datos de acidez (ácido láctico) como se muestra en la tabla 4.12.

Tabla 4.12

Diseño de bloques completamente al azar aplicado en el almacenamiento el factor acidez del yogurt batido frutado sabor frutilla

Lote	Tiempo (Semanas)				
	1	2	3	4	Total
A	1,54	2,09	2,48	2,60	8,71
B	1,53	2,11	2,54	2,82	9,00
C	1,35	1,98	2,48	2,79	8,60
D	1,33	2,10	2,54	2,84	8,81
Total	5,75	8,28	10,04	11,05	35,12

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Análisis de varianza para el factor acidez aplicado en el almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla.

En la tabla 4.13, se muestra los resultados del análisis de varianza de la variable respuesta acidez durante el almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla, de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4.12.

Tabla 4.13

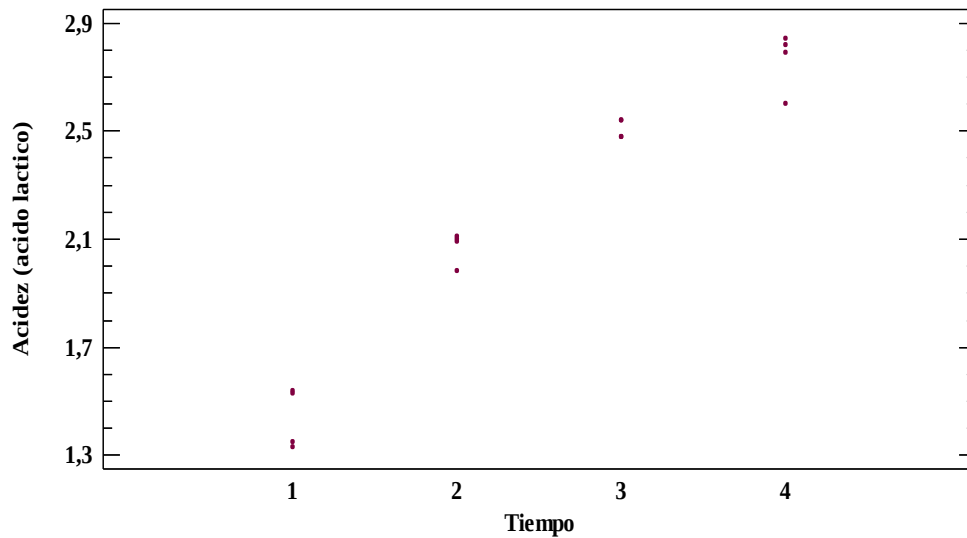
Análisis de varianza para el factor acidez aplicado en el almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tiempo	4,04285	3	1,34762000	179,15	0,0000
B: Lote	0,02165	3	0,00721667	0,96	0,4528
RESIDUOS	0,06770	9	0,00752222		
TOTAL (CORREGIDO)	4,13220	15			

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.13, presenta el análisis de varianza de DBCA para el factor acidez de las cuatro muestras, aplicado durante el almacenamiento; utilizando un nivel de significancia ($\alpha=0,05$), el valor crítico de la distribución de Fisher es $F=0,4528$ puesto que ($F_{cal}=179,15 > F_{tab}=0,000$) se rechaza la hipótesis planteada por el factor A y se acepta que al menos un par de bloques son diferentes en cuanto al factor acidez para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. Así mismo, ($F_{cal}=0,96 > F_{tab}=0,4528$) se rechaza la hipótesis planteada por el factor B y se acepta que al menos un par de bloques son diferentes en cuanto al factor acidez para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

En la gráfica 4.12, se muestra la gráfica de dispersión por código de nivel para el factor acidez.

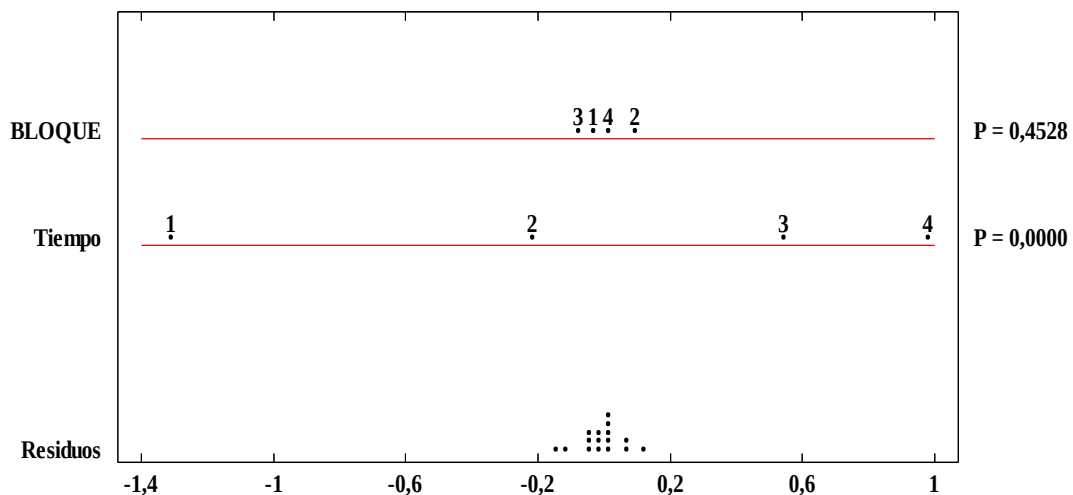


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12: Dispersión por código de nivel para factor acidez

Según la figura 4.12, se observa la dispersión de las dieciséis réplicas de mediciones acidez de yogurt frutado se encuentran entre los valores (1,33-2,84) %.

En la gráfica 4.13, se muestra el grafico de ANOVA para el factor acidez.

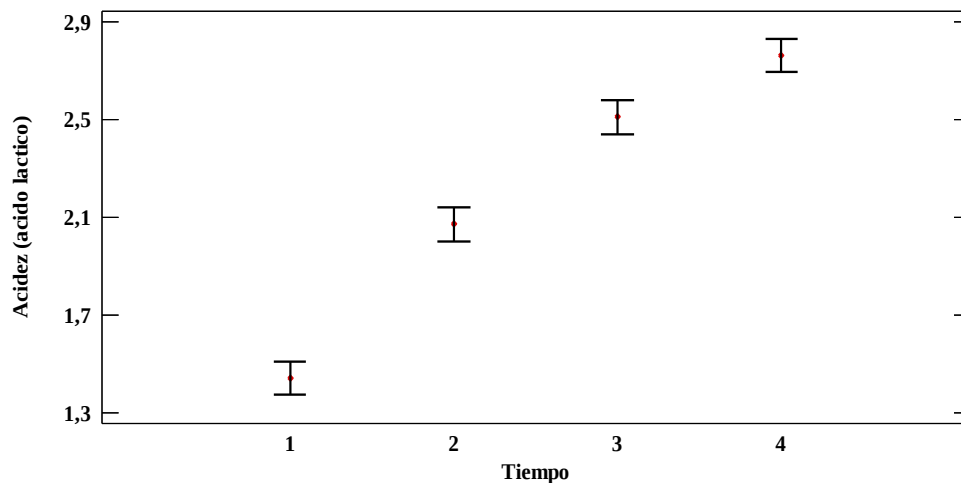


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13: Grafico ANOVA para el factor acidez

Según la figura 4.13 se observa los bloques y réplicas de la acidez de yogurt batido frutado sabor frutilla se cumple al caer los puntos más o menos en la línea recta.

En la gráfica 4.14, se muestra el grafico de medias de Fisher para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ para el factor acidez de yogurt batido frutado sabor frutilla.



Fuente: Elaboración propia

Grafica 4.14: Medias de Fisher para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$

Según la figura 4.14, se observa las medias de Fisher para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ donde los intervalos de confianza no se traslapan por lo cual las respuestas medias los tratamientos no son iguales estadísticamente para las réplicas.

4.4.1.1 Diferencia mínima significativa para el factor acidez en el almacenamiento del yogurt batido frutado sabor frutilla

Cuando se rechaza la hipótesis planteada para el factor acidez de las muestras (A, B, C y D) aplicado durante el almacenamiento, se procede a realizar la prueba de comparaciones.

En la tabla 4.14, se presenta la diferencia mínima significativa entre las muestras (LSD), de los resultados obtenidos en la tabla 4.13.

Tabla 4.14

Diferencia mínima significativa para el factor acidez

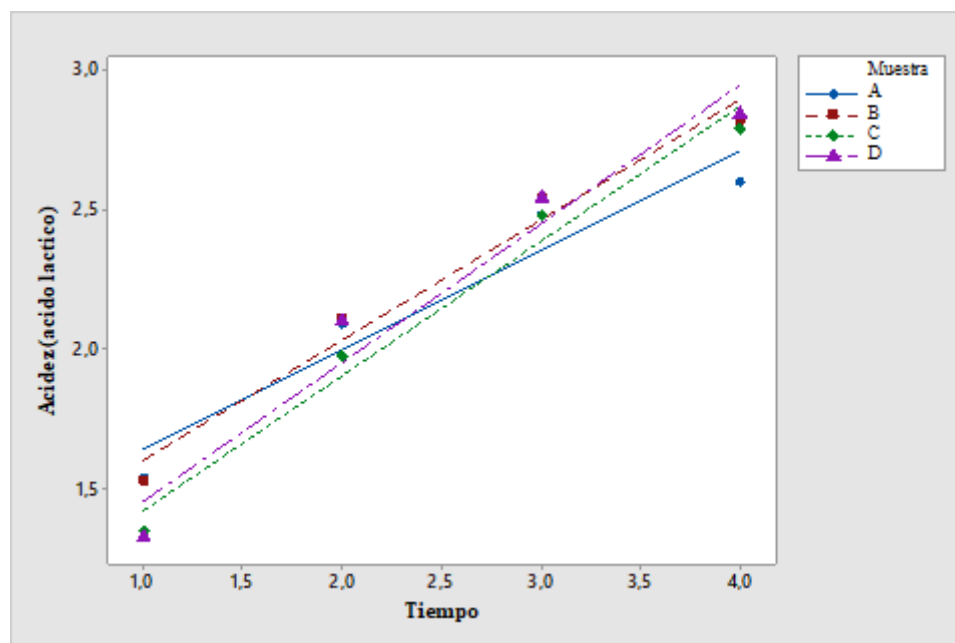
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	Decisión
1 - 2	*	-0,6325	0,138734	Significativa
1 - 3	*	-1,0725	0,138734	Significativa
1 - 4	*	-1,3250	0,138734	Significativa
2 - 3	*	-0,4400	0,138734	Significativa
2 - 4	*	-0,6925	0,138734	Significativa
3 - 4	*	-0,2525	0,138734	Significativa

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.14, de los resultados obtenidos se concluye que las muestras (A, B, C, D) son diferentes entre sí.

4.4.2 Variación del factor acidez para los bloques en función del tiempo de almacenamiento

En la figura 4.15, se muestra los resultados de la variable respuesta acidez en función del tiempo, para las muestras (A, B, C y D) en base a los datos de la tabla 4.11.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Variación de acidez en función del tiempo de yogurt batido

Según la figura 4.15, se puede observar que el porcentaje de acidez es diferente para las cuatro muestras donde se observa que a medida que transcurre el tiempo se aumenta la acidez, siendo el menor incremento para las muestras A y C.

Realizado el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) aplicado en la etapa de almacenamiento de yogurt batido frutado sabor frutilla, se concluye que el factor muestra y el factor tiempo influyen en la variable respuesta acidez ya que existe diferencia significativa ya que ($F_{cal}=179,15 > F_{tab}=0,000$).

4.5 Análisis estadístico de la evaluación sensorial

Para el análisis estadístico de las evaluaciones sensoriales realizadas en las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla durante el almacenamiento, se aplica la prueba estadística de Friedman para determinar si existe diferencia de los atributos sensoriales a medida que pasa el tiempo de almacenamiento y determinar si existe diferencia entre las muestras de yogurt frutado a los 30 días de almacenamiento.

4.5.1 Prueba estadística de Friedman aplicada en la evaluación sensorial del yogurt batido frutado sabor frutilla en el almacenamiento

Para conocer estadísticamente si ocurrieron cambios en los atributos sensoriales del yogurt batido frutado sabor frutilla tomados en cuenta en el transcurso del tiempo de almacenamiento; de tal manera, se realizan la prueba Friedman para análisis descriptivos no paramétricos, siendo la hipótesis aprobar que existe diferencia entre los atributos sensoriales de las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla (A, B, C y D) en un tiempo (t) de esta manera se realiza la prueba Friedman para cada atributo de acuerdo a la metodología propuesta en el anexo y se obtiene los resultados mostrados en la tabla 4.15.

Tabla 4.15

**Prueba de Friedman aplicada en la evaluación sensorial del yogurt batido
frutado sabor frutilla en el almacenamiento**

Atributo	Fcal				Ftab
	A	B	C	D	
Yogurt batido frutado sabor frutilla					
Acidez	235,65	211,71	211,71	214,00	2,78
Olor	445,95	381,21	369,70	308,67	
Sabor	277,98	183,54	267,42	369,19	
Consistencia	664,33	708,67	397,77	294,33	
Apariencia	416,61	479,90	479,90	332,35	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla el valor de Fisher calculado es mayor al valor crítico de Fisher tabulado, para todos los atributos sensoriales tomados en cuenta de las cuatro muestras de yogurt frutado utilizando un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada de que existe diferencia de los atributos sensoriales a medida que pasa el tiempo de almacenamiento; es decir para las muestras (A, B, C y D) para cada uno de sus atributos no es el mismo en el día uno que en el día 30 de almacenamiento.

Realizado el análisis estadístico la prueba de Friedman se evidencia de que los atributos sensoriales: olor, sabor, apariencia, textura y acidez en las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla (A, B, C y D) cambiando a medida que pase el tiempo; es decir si hay diferencia de los atributos sensoriales evaluados en el día 1 y evaluado a los 30 días de almacenamiento. De esta manera se puede evidenciar estadísticamente que las propiedades organolépticas el yogurt batido frutado sabor frutilla también a medida que pasan tiempo de almacenamiento.

4.6 Análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla

Los análisis microbiológicos del yogurt batido se realizarán al comienzo y a los 30 días de almacenamiento. Al comienzo del almacenamiento, se le realiza el análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla para conocer el estado en que se encuentra inicialmente el producto; la cual se codifica como muestra patrón F, debido a que se analiza antes del tratamiento de las muestras y transcurrido 30 días de

almacenamiento se vuelve a analizar la muestra F almacenada en el freezer, los parámetros de las *Bacterias aerobias mesófilas* y *Escherichia coli*; una vez almacenada las muestras en diferentes temperaturas.

4.6.1 Análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla al comienzo del almacenamiento

En la tabla 4.16, se muestra el análisis microbiológico realizado al yogurt batido frutado sabor frutilla al comienzo del almacenamiento, la misma se toma como referencia de la caracterización microbiológica inicial del producto. Dicho análisis es realizado en el laboratorio CEANID.

Tabla 4.16

Análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

Microorganismos	Unidad	Resultados
<i>Bacterias aerobias mesófilas</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
<i>Mohos y levaduras</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)

Fuente: CEANID, 2023

Como se puede observar en la tabla 4.16, se muestran que los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla contiene: *Bacterias aerobias mesófilas* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g; *Escherichia coli* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, *Staphylococcus áureas* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y *Mohos y levaduras* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.

4.6.2 Análisis microbiológico del yogurt frutado a 30 días del almacenamiento

En la tabla 4.17, se muestra el análisis microbiológico realizado al yogurt o de frutilla al comienzo del almacenamiento, la misma se toma como referencia de la caracterización microbiológica inicial del producto. Dicho análisis es realizado en el laboratorio CEANID.

Tabla 4.17

Análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla

Microorganismos	Unidad	Resultados
<i>Bacterias aerobias mesófilas</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
<i>Mohos y levaduras</i>	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)

Fuente: CEANID, 2023

Como se puede observar en la tabla 4.16, se muestran que los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del yogurt batido frutado sabor frutilla contiene: *Bacterias aerobias mesófilas* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g; *Escherichia coli* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, *Staphylococcus áureas* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y *Mohos y levaduras* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.

4.7 Cinética del deterioro y predicción de la vida útil de yogurt batido frutado sabor frutilla

Los datos experimentales se ajustan a una línea recta denominados regresión lineal donde a través de la ecuación 4.1; encontramos los valores de la pendiente (a), la ordenada en el origen (b) y el índice de correlación (R), el cual mide el grado de ajuste de los datos experimentales a la recta.

$$y = a x + b$$

Ecuación 4.1

La cinética del deterioro en el yogurt frutado se evalúa en función a los factores de calidad (pH y acidez) ya que los datos obtenidos fueron de mayor precisión.

4.7.1 Determinación de los parámetros cinéticos

El orden de la reacción se determina mediante el método integral graficando la concentración del factor de calidad en función del tiempo, el hecho de que se ajuste mejor a unas líneas rectas indica el orden de reacción (n) donde la pendiente corresponderá a la velocidad de reacción (k).

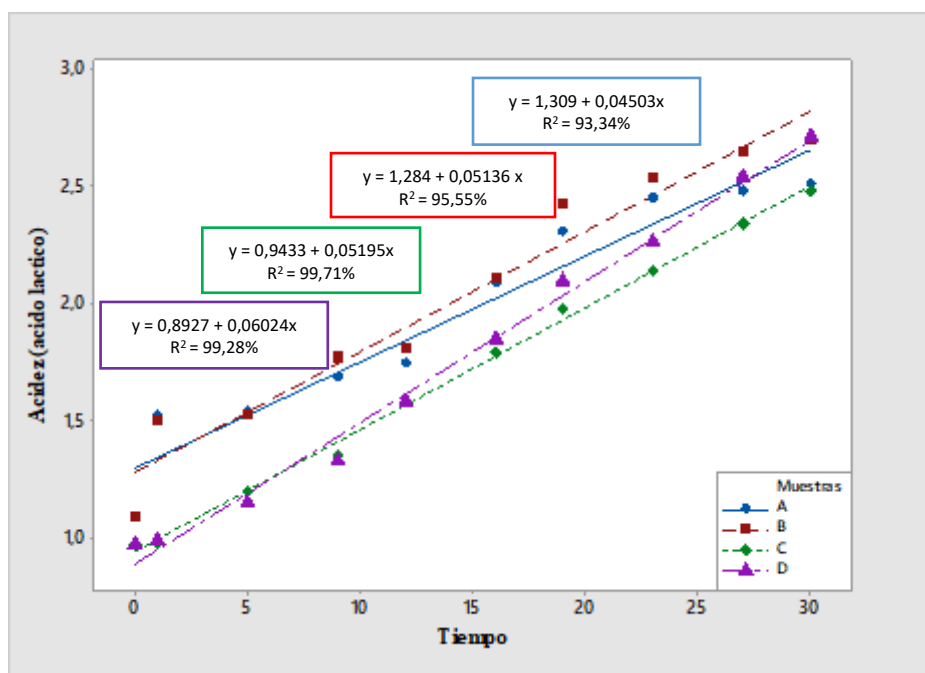
La gran mayoría de las reacciones del alimento que se han estudiado se ha caracterizado como pseudos-ceros (velocidad constante del deterioro) o primer orden (velocidad exponencial de deterioro). Es por eso que se gráfica los datos en orden de reacción cero

y uno; tomando como criterio de decisión con el grado de ajuste de los datos experimentales a la recta.

El análisis de datos se realiza aplicando el software estadístico Minitab 2019, para todas las gráficas y en el menú contextual del programa se eligen opción agregar línea de tendencia; hallando de esta manera los valores de la constante es otra manera de hallar dichos valores ya que resolviendo el sistema normal de ecuaciones también siguen a los mismos resultados. A continuación, se muestra el orden de reacción para el factor pH y acidez del yogurt.

4.7.1.1 Reacción de orden cero para el factor acidez

En la figura 4.16, se muestra el diagrama de dispersión de datos de acidez (ácido láctico) en función del tiempo y las respectivas ecuaciones lineales de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4.15 para las muestras (A y B)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16: Aciden en función del tiempo (orden cero)

Según la figura 4.16, se aprecia que la aproximación de las rectas a todos los puntos es relativamente buena; es notable que a medida que se incrementa la temperatura de

almacenamiento en las muestras de yogurt frutado, la velocidad de reacción aumenta. Así mismo, se observa que el coeficiente de correlación en una reacción de orden cero para el factor acidez de las muestras de yogurt es: A (93,34)%, B (95,55%), C (99,71)% y D (99,28)%, siendo la mejor muestra que se ajusta C para un orden de reacción cero.

4.7.1.2 Reacción de primer orden para el factor acidez

En la tabla 4.18, se muestra los valores calculados para la reacción de primer orden a partir de los datos de acidez (tabla 4.11) realizado a las cuatro muestras de yogurt frutado A, B, C, y D.

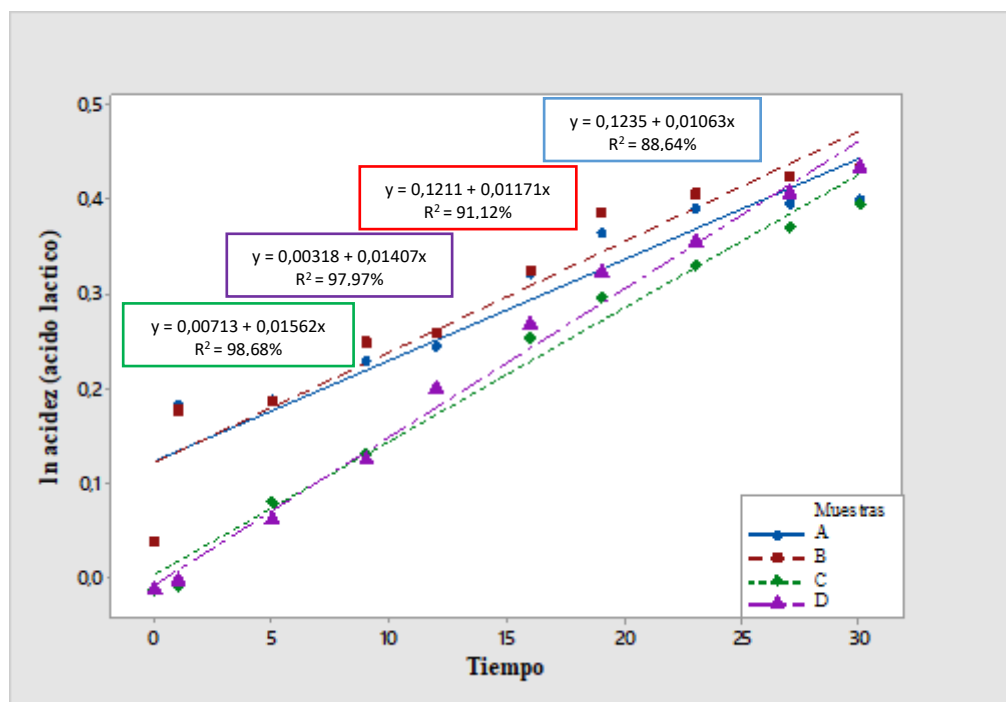
Tabla 4.18

Logaritmo natural de acidez

Tiempo días	ln Ácido láctico			
	A	B	C	D
0	0,0374	0,0374	-0,0132	-0,0132
1	0,1818	0,1761	-0,0088	-0,0044
5	0,1875	0,1847	0,0792	0,0607
9	0,2279	0,2480	0,1303	0,1239
12	0,2430	0,2577	0,1987	0,1987
16	0,3201	0,3243	0,2529	0,2672
19	0,3636	0,3856	0,2967	0,3222
23	0,3892	0,4048	0,3304	0,3541
27	0,3945	0,4232	0,3692	0,4048
30	0,3997	0,4314	0,3945	0,4330

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.18, se representa el diagrama de dispersión de los datos de acidez en función del tiempo en sus respectivas ecuaciones lineales de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4.11 para las muestras A, B, C y D.



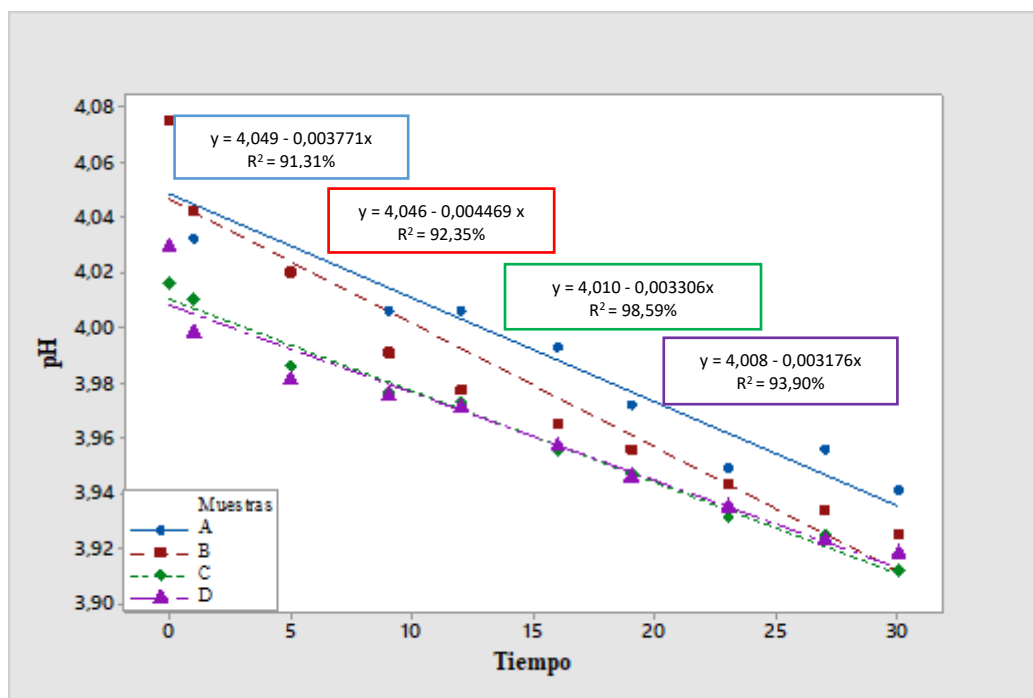
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.17: Acidez en función de tiempo (orden uno)

En la figura 4.17, se puede observar la regresión lineal donde se aprecia que la aproximación afecta a todos los puntos es relativamente buena; es notable que a medida que se incrementa la temperatura de almacenamiento en las muestras de yogurt frutado (A, B, C y D) la velocidad de reacción aumenta así mismo se observa que el coeficiente de correlación (R) en una reacción de orden para el factor acidez en las muestras de yogurt batido frutado es: A (88,64)%, B (91,12%), C (97,97)% y D (98,68)%, siendo la mejor muestra que se ajusta D para un orden de reacción uno.

4.7.1.3 Reacción de orden cero para el factor pH

En la figura 4.18, se muestra el diagrama de dispersión de datos de pH en función del tiempo y las respectivas ecuaciones lineales de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4 para las muestras (A, B, C y D).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18: pH en función de tiempo (orden cero)

Según la figura 4.18, se aprecia que la aproximación de las rectas a todos los puntos es relativamente buena; es notable que a medida que se incrementa la temperatura del almacenamiento en las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla, la velocidad de reacción aumenta. Así mismo, se observa que el coeficiente de correlación en una reacción de orden cero para el factor pH de las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla es: A (91,31)%, B (92,35)%, C (98,59)% y D (93,90)%, siendo la mejor muestra que se ajusta C para un orden de reacción cero.

4.7.1.4 Reacción de primer orden para el factor pH

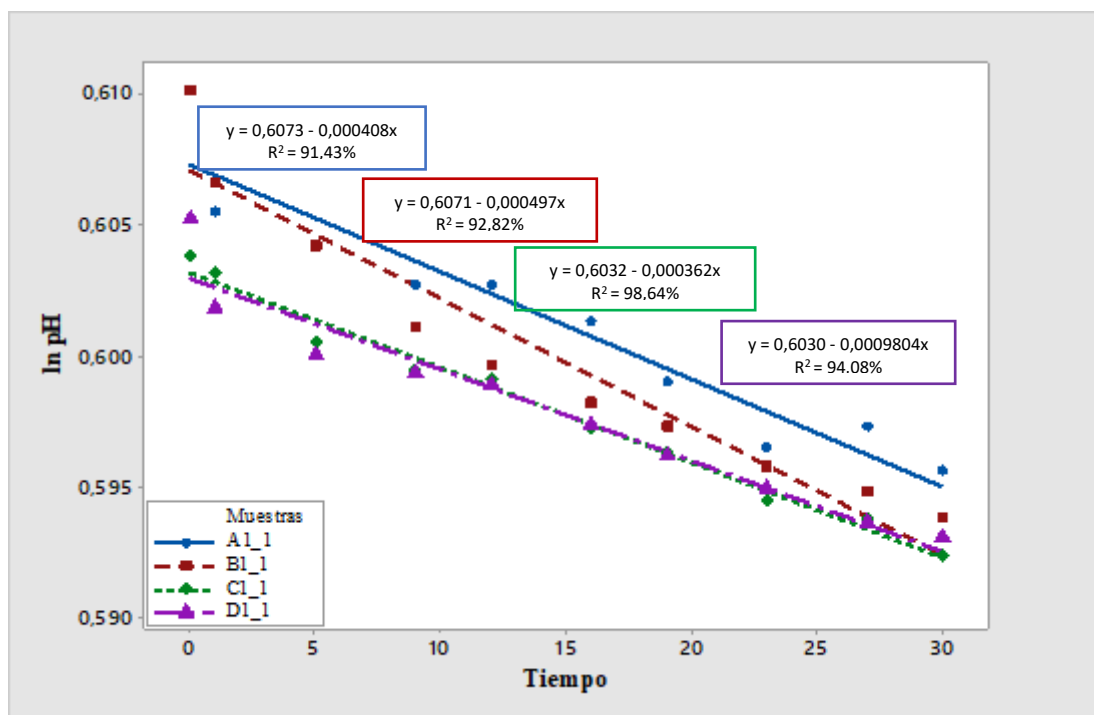
En la tabla 4.19, se muestra los valores calculados para la reacción de primer orden a partir de los datos de pH (tabla 4.11) realizado a las cuatro muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla A, B, C, y D.

Tabla 4.19

Tiempo días	Logaritmo natural pH			
	ln pH			
	A	B	C	D
0	0,6101	0,6101	0,6038	0,6052
1	0,6055	0,6066	0,6031	0,6018
5	0,6042	0,6042	0,6005	0,6000
9	0,6027	0,6011	0,5994	0,5993
12	0,6027	0,5996	0,5991	0,5989
16	0,6013	0,5982	0,5973	0,5974
19	0,5990	0,5973	0,5963	0,5962
23	0,5965	0,5958	0,5945	0,5949
27	0,5973	0,5948	0,5938	0,5936
30	0,5956	0,5938	0,5924	0,5931

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.19, se representa el diagrama de dispersión de los datos de pH en función del tiempo en sus respectivas ecuaciones lineales de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4.11, para las muestras A, B, C y D.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: pH en función de tiempo (orden uno)

Según la figura 4.19, se puede observar la regresión lineal donde se aprecia que la aproximación del afecta a todos los puntos es relativamente buena; es notable que a medida que se incrementa la temperatura de almacenamiento en las muestras de yogurt frutado (A, B, C y D) la velocidad de reacción aumenta así mismo se observa que el coeficiente de correlación (R) en una reacción de orden para el factor pH en las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla es: A (91,43)%, B (92,82%), C (98,64)% y D (94,08)%, siendo la mejor muestra que se ajusta C para un orden de reacción uno.

4.7.2 Orden de reacción y constante de velocidad

En la tabla 4.20, se muestra el orden de la reacción (n) y la constante de la velocidad (k) para el factor acidez y pH de las muestras de yogurt frutado almacenada a 5°C y a 7°C; cuyos resultados fueron obtenidos mediante el análisis grafico en la figura 4.17 y figura 4.20; donde el valor de las pendientes de las ecuaciones lineales corresponde a la velocidad de reacción (k) y el orden de reacción determinado de acuerdo al ajuste de la recta sobre los datos experimentales valorado en función del coeficiente de correlación (R).

Tabla 4.20

Orden de reacción y constante de velocidad

Factor Temperatura °C	Acidez		pH	
	n	k	n	k
5	0	0,04503	1	0,003771
7	0	0,05136	1	0,004469
5	0	0,05195	1	0,003306
7	0	0,06024	1	0,003176

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.20, se puede observar para el factor acidez que la reacción es de orden cero y para el factor pH es de orden uno y la constante de velocidad es mayor para la acidez.

4.7.3 Cálculo de la vida útil de yogurt batido frutado sabor frutilla en función al orden de reacción

La vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla se determina, a través de la cinética de deterioro de sus factores de composición (acidez y pH) y el factor ambiental (temperatura) que pueda expresarse matemáticamente por medio de la ecuación de cinética química; que nos permite encontrar el cambio de la calidad en el producto en función del orden de la reacción y los factores de composición y ambientales en el cual se encuentran las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla (A, B, C y D).

$$\frac{dQ}{dt} = KQ^n \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Integrando la ecuación 4.2, para un orden de reacción cero se tiene que la vida útil para el yogurt frutado según el factor de acidez es:

$$t_p = \frac{Q_o - Q_f}{K} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

Q_o = Valor inicial del porcentaje de acidez

Q_f = Valor final del porcentaje de acidez

K = Constante de velocidad de la reacción

Integrando la ecuación 4.2, para un orden de reacción uno se tiene que la vida útil para el yogurt frutado según el factor de acidez es:

$$t_p = \frac{\ln Q_o - \ln Q_f}{K} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Donde:

Q_o = Logaritmo natural del valor inicial del porcentaje de acidez

Q_f = logaritmo natural del valor final del porcentaje de acidez

K = Constante de velocidad de la reacción

En la tabla 4.21, se muestra el tiempo en el cual empieza el deterioro fisicoquímico de las diferentes muestras de yogurt frutado (A 5°C y B 7°C) (C 5°C y D 7°C) reemplazando los valores obtenidos del orden de reacción y constante de velocidad (tabla 4.19) en las

ecuaciones 4.3 y 4.4; los cuales se realizan de manera individual para el factor acidez y pH donde los resultados se expresan en días y horas.

Tabla 4.21

Vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla

Condiciones de almacenamiento (°C)	Tiempo días	
	Acidez	pH
A	33,53	40,58
B	33,68	37,81
C	29,07	35,40
D	21,58	34,95

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.21, se puede concluir que en función de la acidez; la muestra D empieza a deteriorarse a los días 21,58 días; la muestra C a los 29,07 días, la muestra A a los 33,53 días y la muestra B a los 33,68 días. Y en función del pH a los 34,95 días, 35,40 días 37,81 días y 40,58 días.

Realizada la determinación de la vida útil en las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla (A, B, C y D) se tiene que en función al factor acidez y pH se deteriora a los 21,58 días aproximadamente.

4.7.4 Calculo de la energía de activación y el factor pre-exponencial

La energía de activación está en función a la temperatura y la velocidad de reacción, en la tabla 4.22, se muestra la velocidad de reacción a diferentes temperaturas (K) para el factor pH y acidez, según datos obtenidos en la tabla 4.19.

Tabla 4.22

Velocidad de reacción en función de la acidez y pH

T °C	T °K	1/T °K	pH		Acidez	
			K	ln K	K	ln K
A 5°C	279	0,00358	0,0030	-5,8091	0,1304	-2,0371
B 7°C	281	0,00355	0,0035	-5,6550	0,1284	-2,0526
C 5°C	279	0,00358	0,0031	-5,8091	0,1433	-2,0371
D 7°C	281	0,00355	0,0030	-5,6550	0,1927	-2,0526

Fuente: Elaboración propia

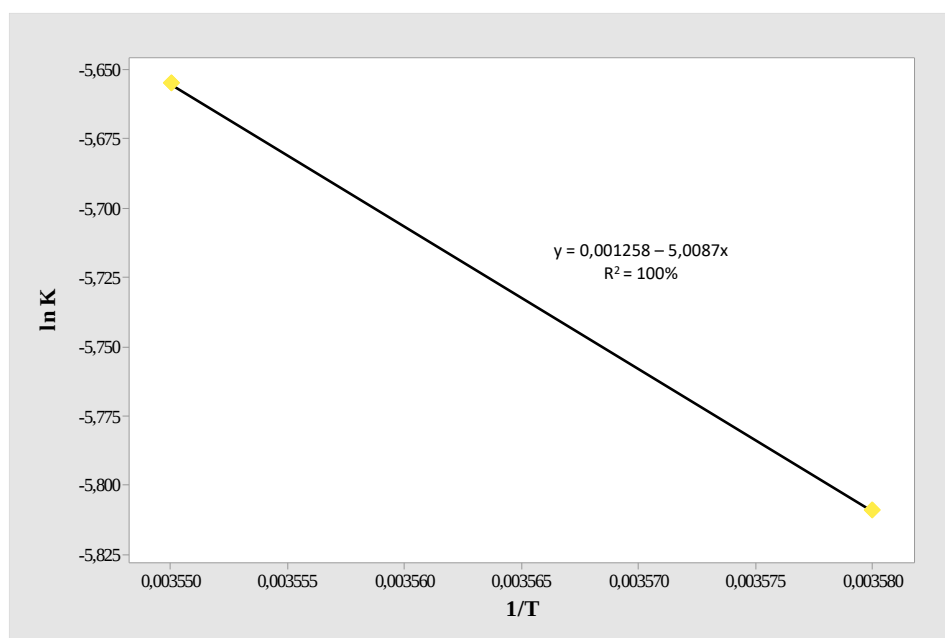
El calor de los parámetros cinéticos de energía de activación (E_A) pre-exponencial (K_0), se realiza mediante el modelo matemático de Arrhenius:

$$K = K_0 e^{\frac{E_A}{RT}} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Linealizando la ecuación 4.2, tenemos que la pendiente corresponde al valor de E_A/R y el intercepto es $\ln K_0$:

$$\ln K = \ln K_0 \frac{E_A}{R} * \frac{1}{T} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

En la figura 4.20, se muestra el diagrama de dispersión de los datos de velocidad de reacción del factor acidez en función de la temperatura absoluta en que él y su respectiva ecuación lineal; los datos de la velocidad de reacción para el factor acidez son extraídos de la tabla 4.21. Al graficar estos datos obtenemos las constantes de la ecuación de Arrhenius mediante la cual nos permite ver la velocidad de deterioro del producto en función de la temperatura de almacenamiento en la muestra de yogurt frutado.

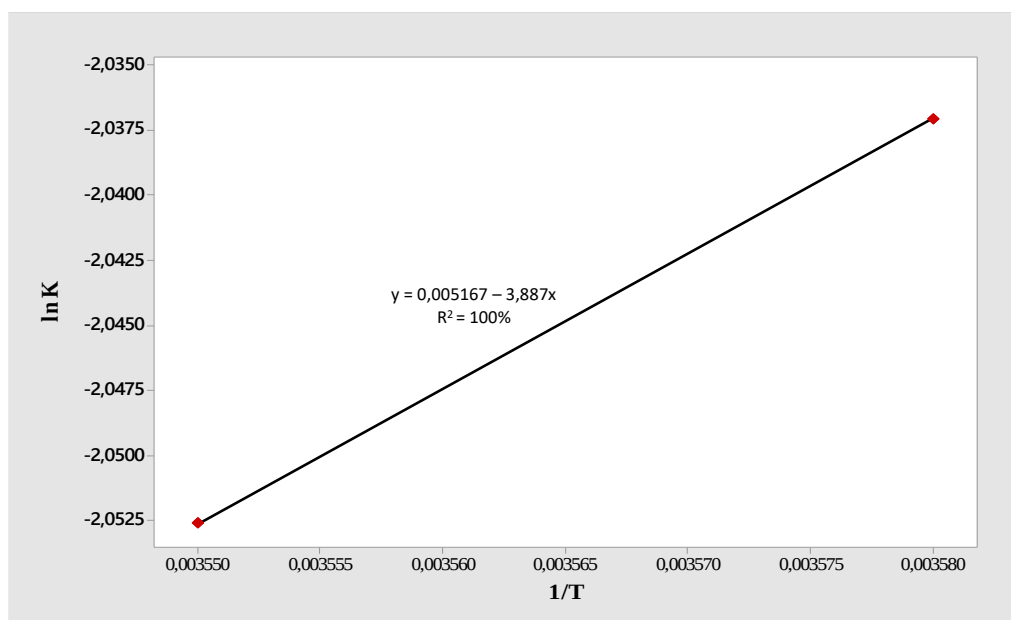


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Velocidad de reacción en función de la temperatura (acidez)

En la figura 4.20, se representa el diagrama de dispersión de los datos de velocidad de reacción del factor acidez en función de la temperatura absoluta (°K) y su respectiva ecuación lineal; los datos de la velocidad de reacción para el factor acidez extraídos de la tabla 4.11. Al graficar estos datos, obtenemos las constantes de la ecuación de

Arrhenius (ecuación 4.6) mediante la cual nos permite ver la velocidad de deterioro del producto en función de la temperatura de almacenamiento en las muestras de yogurt de frutilla (A, B, C y D).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Velocidad de reacción en función de la temperatura (pH)

En base a la figura 4.20 y la figura 4.21 y de acuerdo a la ecuación 4.1 se calcula los valores de la energía de activación E_A que es igual a la pendiente con el cociente de la constante de los gases (R) y factor pre-exponencial:

$$\text{Energía de activación (KJmol}^{-1}\text{)} \quad a = \frac{E_A}{R} \quad E_A = a * R \quad \text{Ecuación 4.7}$$

$$\text{Factor pre-exponencial (día}^{-1}\text{)} \quad b = \ln K_0 \quad K_0 = e^b \quad \text{Ecuación 4.8}$$

En la tabla 4.23, se muestran los resultados de los parámetros cinéticos tanto para la acidez y pH.

Tabla 4.23

Energía de activación y factor pre-exponencial

Factor de calidad	Energía de activación	factor pre-exponencial
	EA (KJmol-1)	K0 (día-1)
pH	0,75671	48,76
Acidez	1,89500	149,71

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.22, se puede observar los valores de energía de activación son pequeños esto se debe a las condiciones de almacenamiento a la cual se encuentra las muestras de yogurt batido frutado sabor frutilla con bajas temperaturas.

4.8 Vida de anaquel para el yogurt batido frutado sabor frutilla a condiciones normales de almacenamiento

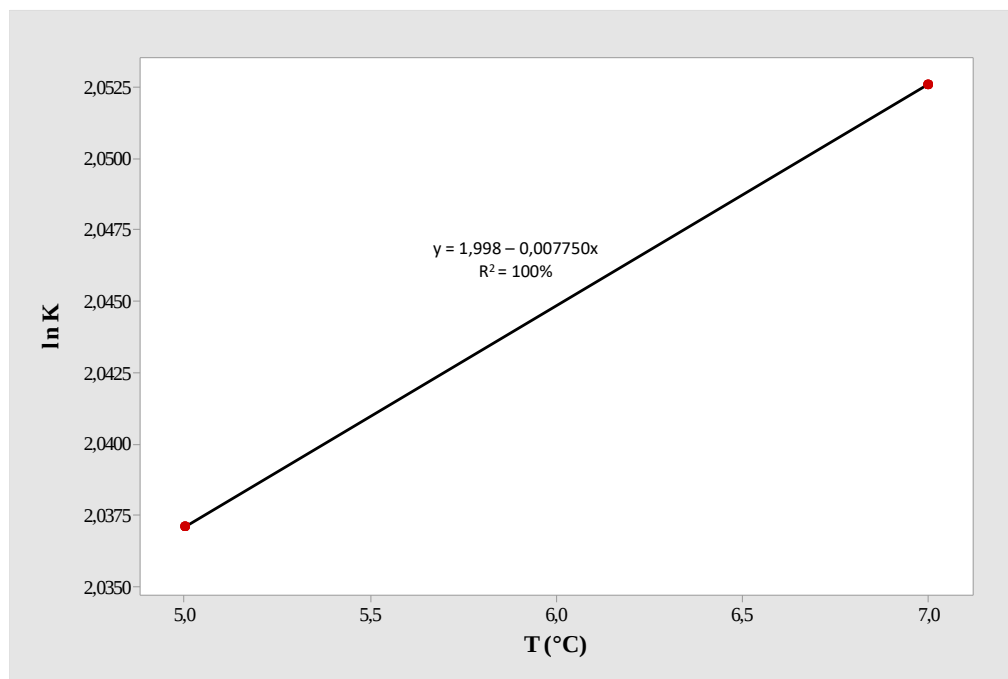
Con los valores de la tabla 4.22, se puede predecir el tiempo de vida de anaquel para el yogurt frutado condiciones normales de almacenamiento del laboratorio taller de alimentos (5°C) a través de la ecuación 2.5 y reemplazando los datos de la energía de activación para el factor acidez, se tiene que la vida de anaquel para el yogurt batido frutado sabor frutilla determinado a partir del tiempo de deterior del mismo; en condiciones extremas a la normal de (7°C) y en función a la temperatura (°K) normal del almacenamiento es:

$$t = \frac{29,07}{e^{\frac{1,89500}{6,3255} \left(\frac{1}{281} - \frac{1}{274} \right)}} = 29,07 \text{ días}$$

Como se puede observar el tiempo de vida de anaquel para el yogurt frutado almacenado a condiciones normales de temperatura es de 29,07 días, no varía mucho a medida que las condiciones de almacenamiento se hacen más extremas: 7°C (29,10 días) debido a que las diferencias de temperaturas no son muy significativas y el valor de velocidad de reacción es baja, se pueden decir que el producto almacenado a condiciones normales en función del factor acidez, tiene un tiempo de duración de 29,07 días.

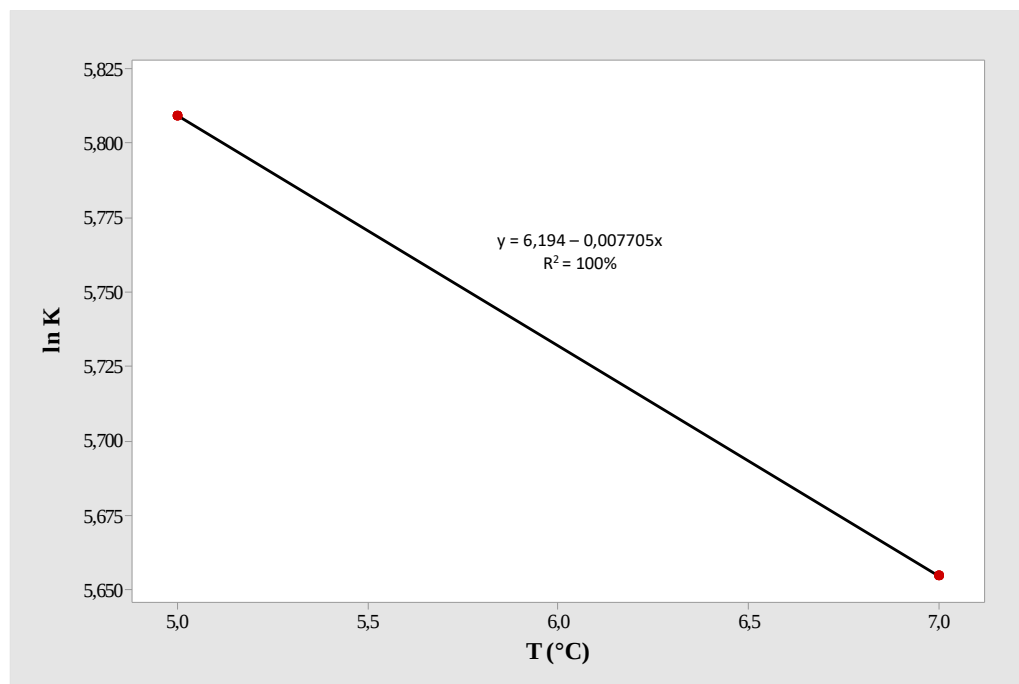
4.8.1 Calculo del parámetro Q10

El parámetro Q+10 se define como la razón entre la vida anaquel a una temperatura T y la vida anaquel a una temperatura T10. Para describir la relación entre la temperatura y la velocidad de reacción se calcula el valor de Q10. En la figura 4.2 y figura 4.24 se muestra la relación entre el tiempo de vida útil de yogurt batido frutado sabor frutilla y temperatura, tanto para la acidez y pH; datos obtenidos en la tabla 4.21.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22: Tiempo de vida útil en función de la temperatura (acidez)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23: Tiempo de vida útil en función de la temperatura (pH)

A partir de la figura 4.22 y la figura 4.23 se calcula el valor Q₁₀ utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{10} = e^{10 \cdot a} \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Se obtiene un valor Q₁₀ para el factor acidez de 1,0126 lo que significa que la velocidad de la reacción de deterioro en función de la acidez se acelera una vez por cada 2 °C de temperatura que se aumente, para el factor pH de 1,0530; entonces la velocidad de la reacción de deterioro se acelera una vez por cada 2°C de temperatura que se aumente.

Realizado el análisis de la cinética de reacción se establece que el factor que determina la vida de anaquel del yogurt batido frutado sabor frutilla es la acidez y el pH, ya que el deterioro se ve igual para ambos.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se estableció dos condiciones de almacenamiento para dos lotes: yogurt batido frutado sabor frutilla en el laboratorio taller de alimentos A (5°C), B (7°C), C (5°C) y D(7°C).
- Realizado el análisis fisicoquímico del yogurt batido frutado sabor frutilla al comienzo del almacenamiento presenta: cenizas 0,59%; fibra n.d.; grasa 2,90%; hidratos de carbono 17,21%; humedad 76,23%; proteína total 2,85% y valor energético 106,34 Kcal/100. Y realizado el análisis microbiológico del yogurt batido frutado sabor frutilla al comienzo del almacenamiento presentan: bacterias aerobias mesófilas $<1,0 \times 10^1$ UFC/g; escherichia coli $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, Staphylococcus aureus $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras $3,0 \times 10^1$ UFC/g.
- Aplicado el diseño de bloques completamente al azar y almacenamiento de yogurt batido frutado sabor frutilla los bloques el valor crítico de la distribución de Fisher es $F=0,4528$ puesto que ($F_{cal}=179,15 > F_{tab}=0,000$) se rechaza la hipótesis planteada por el factor A y se acepta que al menos un par de bloques son diferentes en cuanto al factor acidez para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. Así mismo, ($F_{cal}=0,96 > F_{tab}=0,4528$) se rechaza la hipótesis planteada por el factor B y se acepta que al menos un par de bloques son diferentes en cuanto al factor acidez para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.
- En parámetro de referencia del tiempo de vida útil del yogurt batido frutado sabor frutilla corresponde a una reacción de orden cero para la acidez y de orden uno para el pH y velocidad de reacción es 1,8950 mol/día.
- El deterioro en el yogurt batido frutado sabor frutilla es aproximadamente a los veintinueve días en condiciones normales de almacenamiento que fue determinado a través de la cinética de extracción y el modelo matemático de Arrhenius en función de acidez.

5.3 Recomendaciones

- Para la realización de los estudios de durabilidad en el laboratorio del taller de alimentos se recomienda la implementación de un espacio de control de calidad de

sus productos a modo de realizar un mejor control de los análisis fisicoquímicos y organolépticos.

Debido a la importancia que tiene el control de la caducidad de los productos alimenticios, se recomienda que el laboratorio taller de alimentos implemente este parámetro.