

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.Antecedentes

Desde un tiempo se trabaja y se asocia las frutas con lácteos para sacarle una rentabilidad a ese producto sabemos que la stevia es originario de Sudamérica y la zanahoria fue introducida por los árabes este gran manejo lo han asociado con unas bacterias que son beneficiadas para la salud como lo son los *Lactobacillus Bulgaricus* y el *Thermophilus Streptococcus*, la idea es usar todos estos conocimientos que tenemos en cuenta e innovar un producto nuevo. (Molano, 2012)

Mediante la fabricación de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia, se quiere beneficiar al consumidor con un producto que va más allá de los beneficios que proporciona el yogurt regular, al ser un alimento funcional al que se ha añadido zanahoria, que posee grandes beneficios nutricionales, y Stevia, que endulza, pero no aporta calorías y que su consumo no tiene efectos secundarios. (Sánchez y Carrasco, 2012)

La stevia es un edulcorante natural no dañoso para su consumo y además se puede utilizar en diferentes productos. Así mismo varios estudios han demostrado sus propiedades hipoglucémicas mejora la tolerancia a la glucosa. También se ha verificado que la stevia rinde más que el azúcar en su proporción y en su aspecto como producto nutritivo. (Molano, 2012)

El consumo de yogurt y bebidas derivadas continúan creciendo a medida que las personas alrededor del mundo reconocen los beneficios para la salud y el bienestar. Los ingredientes del suero aportan múltiples beneficios y nutrientes funcionales. Estos ingredientes totalmente naturales y derivados de la leche complementan el sabor, textura y la composición del yogurt. (Vargas, 2013)

Hoy en día, existe una fuerza de tendencias en los mercados desarrollados hacia el consumo de productos de origen vegetal. De donde podemos considerar que la zanahoria como una hortaliza posee propiedades medicinales y nutritivas que van en

pro y bienestar de la salud en general, ya que ayuda a bajar los niveles de colesterol. (Legarda y Cuastumal, 2016)

Este proyecto busca innovar un delicioso yogurt, con un sabor diferente agradable al paladar con excelentes características organolépticas, como también dar a conocer al consumidor que nuestro producto brinda salud y nutrición a las personas con problemas de consumo con el azúcar. En Tarija al ser un departamento con potencial hortícola produce zanahoria por su clima templado, dando de esta manera una opción de optimización de esta hortaliza con bastantes beneficios nutritivos.

1.2. Justificación

- En el departamento de Tarija se puede observar un crecimiento en la población que padecen de diabetes. Con el presente trabajo yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia se pretende prevenir y reducir dicha enfermedad.
- Con esta investigación se enfoca en desarrollar un producto que contenga leche, zanahoria y stevia. Para aprovechar las propiedades de estos productos en conjunto ya que de esa forma se tendrá un producto altamente nutritivo, con un buen sabor lo cual se ofrecerá una alternativa de consumo a la población.
- Con la elaboración de la pulpa de zanahoria, se incluye una opción para el consumo de Beta carotenoide en la dieta alimentaria principalmente al cuidado de la vista, la piel de los niños que están en desarrollo.
- El presente trabajo surge como una alternativa para incentivar a que las industrias lácteas locales, puedan incorporar al mercado productos con hortalizas. Especialmente, yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, lo cual podrá constituirse en una importante fuente de nutrientes.

1.3. Objetivos

Los objetivos a realizar en el presente trabajo se detallan a continuación.

1.3.1. Objetivo general

Elaborar yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, utilizando el método de conservación por fermentación más adecuada para su procesamiento, con el fin de obtener un producto nutritivo e inocuo para el consumo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas de la pulpa de zanahoria, para comprobar si existe pérdidas en sus composiciones nutricionales.
- Determinar las características fisicoquímicas de la materia prima, para conocer sus propiedades nutricionales.
- Determinar las pruebas preliminares para determinar el tipo de cortes de la zanahoria.
- Realizar el diseño experimental en la etapa de incubación, para determinar la variable de control.
- Determinar la valoración nutricional del producto obtenido, para conocer su composición del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.
- Determinar la curva de vida útil del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con Stevia, para su almacenamiento.
- Realizar los balances de materia y energía durante el proceso de elaboración para obtener el rendimiento del producto terminado.

1.4. Planteamiento del problema

Lo que busca con este producto es dar a conocer a la población tarijeña un nuevo producto como es el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, el mercado está a la expectativa de la competencia; ya que parte de la población no puede

consumir azúcar, y es por este motivo que se da una nueva alternativa de producto que satisfaga dichas necesidades.

La escases de yogurt a base de hortalizas y endulzadas con stevia, para proteger la salud de los consumidores, en mejorar la calidad de vida de la población diabética que no tolera la glucosa y además se ofrece un sabor innovador para que desde el más pequeño hasta el más adulto lo consuma. Es por tanto que surge la necesidad de estudiar soluciones técnicas de elaboración y obtención de alimentos nutritivos con bajos costos de producción que coadyuven en el fortalecimiento alimenticio del ser humano.

1.5. Formulación del problema

¿Cuál será el método de fermentación más adecuada a ser aplicado en la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, para obtener un producto nutritivo e inocuo?

1.6. Formulación de la hipótesis

Utilizando el método de conservación por fermentación permitirá obtener un producto nutritivo e inocuo para el consumo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de la leche

De acuerdo a la norma general del CODEX ALIMENTARIUS para el uso de términos, la leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinado al consumo en forma de la leche líquida o elaboración. (Codex alimentario, 2016)



Fuente: Contexto ganadero.

Figura: 2.1 Leche de vaca

2.2 Composición nutricional de la leche de vaca

La composición química depende de la raza del ganado, la época del año en invierno es más rica en grasa, la hora y el intervalo del ordeño. Una composición tan diversificada, con grasa, proteínas y glúcidos, determina que la leche sea un alimento muy completo. (Martínez, 1999).

La leche contiene un 3.5 y 5.25 % de grasas finamente subdivididas en gotitas de 1 a 10 micrones de diámetro confiere opacidad. Entre el 3 a 4 % corresponde a proteína en forma proteínas sustancias orgánicas nitrogenadas) entre los que predomina la caseína. (Martínez, 1999)

Tabla 2.1

Composición química de la leche de diferentes especies (g/100ml)

Especie	Componentes		
	Proteínas	Grasa	Lactosa
Humana	1.0	3.8	7.0
Vaca	3.4	3.7	4.8
Cabra	2.9	4.5	4.1
Oveja	5.3	7.4	4.8

Fuente: Amato J. ciencia y tecnología. Zaragoza, 1991.

2.2.1 Agua

El valor nutricional de la leche como en todo es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. La cantidad de agua en la leche refleja ese balance. El agua es el nutriente requerido en mayor cantidad y la leche suministrada una gran cantidad de agua, conteniendo aproximadamente 90% de la misma. (Arias, 1999)

2.2.2 Proteínas

Las proteínas lácteas se encuentran distribuidas en micelas de unas 100 milimicras de diámetros, formando un sistema colonial altamente estable, sensible solo a las disminuciones de PH. Existen distintos tipos de proteínas lácteas que corrientemente se clasifican en caseína, proteína de glóbulos y proteínas del suero constituidas por β -lacto globulina, α lacto albumina, enzimas, inmunoglobulina, etc. (Ordoñez, 1998)

2.2.3 Materia grasa

De todos los componentes de la leche, la fracción que más varía está formada por las grasas, estando en una proporción que oscila entre 3,2 y 6 %. Estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada de las distintas razas de vacuno (Flore, 2009)

2.2.4 Vitaminas

Son sustancias orgánicas que en cantidades necesarias permiten el crecimiento, el mantenimiento y funcionamiento del organismo; la leche se encuentra entre los alimentos que contiene la variedad más completas de vitaminas. Así las vitaminas A, D, E y K son liposolubles encontrándose en su totalidad en la crema y mantequilla; mientras que las vitaminas B y C, son hidrosolubles y permanecen en la leche descremada. (Flore, 2009)

2.3 Propiedades sensoriales de la leche de vaca

Las propiedades de un producto biológico como lo es la leche quedan definidas tanto por su composición química como por su estructura física. El componente mayoritario de la leche es el agua en la que se encuentran dispersos los glóbulos de grasa. (Berberís, 2002)

2.3.1 Aspecto

La leche fresca es de color blanco, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tono blanquecino. (Revilla, 2000)

2.3.2 Color

El color normal de la leche es blanco, el cual se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinatos-fosfato-cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión. (Murad, 2009)

2.3.3 Olor

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes. (Nasanovski, 2001)

2.3.4 Sabor

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas. (Murad, 2009)

2.4 Propiedades físicas de la leche de vaca

El aspecto opaco de la leche se debe a su contenido en partículas en suspensión, de grasa, proteínas y ciertas sales minerales. El color varía desde blanco a amarillento, según la coloración de la grasa. (Maza, 2012)

Los valores de las propiedades físico-químicas de la leche natural se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.2

Propiedades Físicas de la Leche

Parámetros	unidades	Valores
Densidad	g/ml	1.032
pH	g/ml	6.4 – 6.8
Densidad de la grasa	g/ml	0.940
Punto de congelación	°C	-0.55
Viscosidad absoluta	--	0.16 – 2.15
Calor específico	Cal/g°C	0.93

Fuente: Maza, 2012.

2.4.1 Densidad de la leche

La densidad de la leche varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes:

- Agua: 1.000 g/cm³
- Grasa: 0.931 g/cm³
- Proteínas: 1.346 g/cm³
- Lactosa: 1.666 g/cm³
- Minerales: 5.500 g/cm³

La densidad mencionada (entre 1.028 y 1.034 g/cm³) es para una leche entera, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm³), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1.028 g/cm³. (Murad 2009)

2.4.2 pH de la leche

La leche normal posee un pH de 6,6 a 6,8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el peso del tiempo. Cuando el pH cae a 4,7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagularán. Esto ocurre a pH alto y temperatura alta. (Meyer, 1990)

2.5 Origen de la zanahoria

La zanahoria es una especie originaria del centro asiático y del mediterráneo, ha sido cultivada y consumida desde la antigüedad por griegos y romanos. El cambio de éstas a su actual color naranja se debe a las selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color y que han sido base del material vegetal actual. Son hortalizas de forma cónica y color naranja muy utilizadas en la cocina cotidiana, pueden ser consumidas tanto cocidas como crudas, se pueden usar en diferentes preparados culinarios como en jugos o batidos. (Pizzetti 2008)

2.5.1 Valor nutricional de la zanahoria

Las cualidades nutritivas de las zanahorias son importantes, especialmente por su elevado contenido en beta-caroteno (precursor de la vitamina A), cada molécula de caroteno que se consume es convertida en dos moléculas de vitamina A. En general se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas. (Fernández, 2005)

Tabla 2.3

Valor nutricional de la zanahoria en 100 g

Componente	Unidades	Cantidad
Agua	g	88.6
Carbohidratos	g	10.1
Lípidos	g	0.2
Vitamina B2	mg	0.06
Vitamina B6	mg	0.19
Vitamina E	mg	0.45
Ácido nicotínico	mg	0.64

Fuente: Fernández, 2005

2.5.2 Enfermedades que previene la zanahoria

Según (Raigón, 2015), el consumo de zanahoria en lo siguiente:

- Las zanahorias contienen beta caroteno sustancia que ayuda a prevenir la degeneración de la vista, las cataratas y otros problemas de los ojos.
- Comer zanahoria cruda hace el mismo trabajo que un cepillo de dientes ya que limpia los dientes y las encías, además contiene flúor que ayuda a prevenir enfermedades como el sangrado de encías, caries y otros daños a los dientes.
- Es buena para el estómago por su alto contenido en fibra, la zanahoria previene y trata el estreñimiento, además es buena para tratar y prevenir la gastritis y la diarrea.
- El alto contenido de beta caroteno en la zanahoria, actúa como antioxidante en el cuerpo protegiendo el daño celular causado por el funcionamiento del cuerpo.
- Los carotenoides, beta caroteno, alfa caroteno y luteína de la zanahoria ayudan a prevenir enfermedades que atacan al corazón y además bajan los niveles de colesterol en la sangre.

- Comer una zanahoria diaria te ayuda a prevenir accidentes cerebrovasculares según estudios científicos recientes.

2.5.3 Beneficios de la zanahoria

Los expertos en salud consideran que las zanahorias son un alimento clave para la salud. Las zanahorias están llenas de nutrientes, incluyendo vitaminas A, C, K y B8, junto con ácido pentatónico, ácido fólico, potasio, hierro, cobre y manganeso. La mayor parte de los beneficios para la salud de las zanahorias se puede atribuir a su alto contenido de beta caroteno y fibra. Las zanahorias están disponibles fácilmente durante todo el año y pueden ser consumidas crudas o cocidas. (Izo, 2011)



Fuente: Izo, 2011.

Figura 2.4 Zanahoria Chantenay

2.6 Insumos y aditivos para la elaboración del yogurt

2.6.1 Descripción general de la Stevia

La Stevia es un edulcorante natural que no contiene calorías, reduciendo el nivel de glucosa en la sangre, y protege al organismo de enfermedades como la diabetes, obesidad, entre otras. Tiene efectos beneficiosos en la absorción de grasa, y la presión arterial. Es de 200 a 300 veces más dulce que el azúcar, estable al calor y no fermenta. (Castebol, 2015)



Fuente: Castebol, 2015.

Figura: 2.5 Planta de stevia dulce

2.6.1.1 Hoja de la stevia

La hoja es el órgano con mayor contenido de edulcorante de color verde claro u oscura, existe variación tanto en forma, tamaño y espesor, las formas de las hojas lanceoladas, elípticas u ovaladas cuyo borde es dentado festonado o aserrado, opuestas en vertical, alternadas o sésiles (pequeño pecíolo de 1-3 mm), ligeramente pubescente velludo con longitud de 2 a 8 cm por 1-3 cm de ancho. Las hojas de Stevia son 10 a 15 veces más dulces que el azúcar de mesa. Los extractos refinados de Stevia, llamados Esteviosidos (polvo blanco conteniendo 85 - 95% de esteviosidos) son 200 a 300 veces más dulce que el azúcar, lo anterior hace que esta planta sea un buen sustituto natural, completamente seguro para los diabéticos. (Acosta 2015)



Fuente: Acosta, 2015

Figura: 2.6 Hojas de stevia

2.6.1.2 Composición química de la stevia

Tiene un ligero sabor amargo y proporciona 250 a 300 veces el dulzor del azúcar. Las hojas de la planta silvestre de stevia contienen. (Espinosa, 2009)

Tabla 2.4

Composición química de la Stevia en hojas secas

Componente	unidades	Cantidad
Proteínas	g	6.250
Hidratos de carbono	g	52.84
Grasas	g	5.650
Calcio	g	0.620
Fosforo	g	0.089
Hierro	g	0.055
Cenizas	g	7.530
Humedad	g	9.750

Fuente: Espinosa, 2009

2.6.1.3 Beneficios de la stevia

La stevia fortalece el sistema inmunológico y el aparato digestivo, beneficia a las personas con hipertensión, regula la tensión arterial y estimula la secreción de insulina. Además, aumenta los vasos sanguíneos y mejora la circulación, aumentando también nuestras defensas y a su vez disminuye la fatiga y la ansiedad. (Pineda, 1998)

- Es bactericida y se utiliza en dentífricos y chicles para prevenir la caries dental por su acción antibiótica contra la placa bacteriana.
- Es un diurético suave que ayuda a disminuir los niveles de ácido úrico.
- Tiene efectos beneficiosos en la absorción de las grasas, es antiácido y facilita la digestión.
- Contrarresta la fatiga y los estados de ansiedad.
- Mejora la resistencia frente a gripes y resfriados.
- Es cicatrizante y bactericida en aplicaciones contra quemaduras, heridas, etc.
- Mejora la resistencia frente a gripes y resfriados.

2.7 Cultivo lácteo

Los microorganismos lácteos usados, para la elaboración del yogurt son principalmente dos cepas. El lactobacillus Bulgaricos y el streptococcus thermophilus. (Ordoñez, 1998)

- *Lactobacillus bulgaricus*; es una bacteria láctica homofermentativa. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución de pH, puede producir hasta un 2.70 % de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas.

El manejo del cultivo para la producción del yogurt requiere higiene y precisión máxima, es decir la temperatura de la leche antes de agregar el cultivo debe estar a 43°C. La función de cualquier fermento o cultivo es de descender el pH de la leche desde 6.40 – 6.70 hasta un pH de 3.80 – 4.20 y desarrollar en el producto final. (Parker, 2004)

2.8 Carragenina

Es un aditivo alimentario ampliamente utilizado en la industria alimentaria, como espesante da textura a productos como; helados, productos lácteos congelados, mermeladas, bebidas de sabor, vitaminas y suplementos, incluso en productos para el cuidado personal. (Sosa, 2019)

2.9 Yogurt

Producto obtenido por la coagulación de proteínas y fermentación ácido- láctica mediante la acción simbiótica del *strptococcus salivalus*. *Thermophilus* y *lactobacillus delbrueckii subesp. Bulgacirus*, sobre la leche y los derivados lácteos. Las bacterias lácticas estarán presentes en el producto final en cantidad abundante y con una viabilidad adecuada. (IBNORCA, 2006 NB-33016)

2.9.1 Tipos de yogurt

Según (Monroy, 2018) existen diferentes criterios en la clasificación del yogurt, una de ellas es la siguiente:

- **Yogurt natural** su textura es suave y cremosa.
- **Yogurt griego** su textura es suave, contiene menor azúcar y carbohidratos

- **Yogurt islandés** más espeso en comparación con el griego, posee un gran contenido en proteínas y calcio, con bajo contenido en grasas.
- **Yogurt deslactosado** si eres intolerante a la lactosa, este tipo de yogurt es el indicado, además no contiene altos niveles de azúcar.
- **Yogurt kéfir** es yogurt fermentado, fuente rica en proteínas, calcio, vitamina D y minerales.

2.9.2 Valor nutritivo del yogurt

El yogurt es un alimento apropiado para todas las edades por su valor nutricional. Entre sus principales virtudes destaca su efecto beneficios sobre nuestra flora intestinal. (Rojas, 2007)

Tabla 2.5

Contenido nutricional del yogurt natural por 100 g

Aporte por ración	Unidades	Valor
Energía	Kcal	61,40
Proteína	g	3,96
Hidratos de carbono	g	5,50
Grasa total	g	2,60
Agua	g	87,90
Calcio	mg	142,00
Hierro	mg	0,09
Magnesio	mg	14,30
Zinc	mg	0,59

Fuente: Rojas, 2007

2.9.3 Fermentación láctica

La fermentación láctica es el proceso mediante el cual la leche se transforma en yogurt. Es el resultado de la acción de los fermentos lácticos que en el yogurt constituyen dos microorganismos específicos los *Lactobacillus bulgaricus* y los *Streptococcus thermophilus*. Durante la fermentación, el azúcar de la leche (lactosa), se transforma en azúcares simples como la glucosa y la galactosa, para después convertirse en ácido láctico. La formación del ácido láctico aporta cierta acidez (PH 4.5), que ayuda a cuajar las proteínas (caseínas), creando así la textura específica del yogurt. También la fermentación láctica produce compuestos como el dióxido de

carbono, péptidos, aminoácidos, que confieren al yogurt su sabor distinto. (Codex Alimentario, 2011)

2.9.4 Propiedades físicas del yogurt

Las propiedades físicas más importantes del yogurt son sin duda su viscosidad, densidad, aroma y sabor. (Cisnero, 2010)

2.9.4.1 Densidad

La densidad del yogurt está determinada por factores como: Concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos). Proporción de materia grasa. La densidad exigida para el yogurt puede lograrse por concentración de la leche por sustracción de agua. Adición de la leche en polvo o condensada. (Cisnero, 2010)

2.9.4.2 pH

El valor de pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia (es la medida de la concentración de iones de hidrogeno presentes). Los valores de pH se representan en una escala que va del 1 al 14, donde 7 es para un producto neutro como el agua, por arriba de, este valor son productos básicos y por debajo son ácidos, como es el caso del yogurt. (Amiot, 1991)

2.9.5 Propiedades organolépticas del yogurt

2.9.5.1 Aroma

Los principales componentes del aroma del yogurt son el acetaldehído, la cetona y el di acetilo. El aroma depende de la calidad de las materias primas y de la proporción de los ingredientes, también de la flora microbiana y las condiciones de incubación. (Lima, 2014)

2.9.5.2 Sabor

El sabor ácido del yogurt está estrechamente relacionado con el precalentamiento de la materia prima, con el crecimiento y funcionamiento de las cepas microbianas en condiciones determinadas y perfectamente controladas. El sabor ácido del yogurt se debe a las concentraciones del ácido láctico que se encuentra presente en este producto (Zaplana, 2009).

2.9.6 Beneficios del yogurt

Los beneficios del yogurt es un alimento muy popular en el mundo porque es fácil de consumir para cualquier persona sin distinción de edad. Contiene más de cien millones de bacterias vivas que presentan una gran cantidad de vitaminas del grupo B. Estas bacterias ayudan a combatir toda clase de infecciones en el sistema digestivo del cuerpo humano. También ayuda estabilizar a la flora intestinal y los microorganismos del sistema digestivo. Disminuye el colesterol, favorece la absorción de grasas y reduce los efectos negativos de los antibióticos. Previene y mejora los sistemas de diarrea estos se deben a que el yogurt ayuda a restablecer la flora bacteriana intestinal sana. Gran fuente de calcio la pérdida diaria de este mineral en nuestro organismo debe ser repuesta a través de la dieta diaria. (Salvador, 2004)

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia”, se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2 Descripción de equipos de proceso, materiales de laboratorio y utensilios de cocina

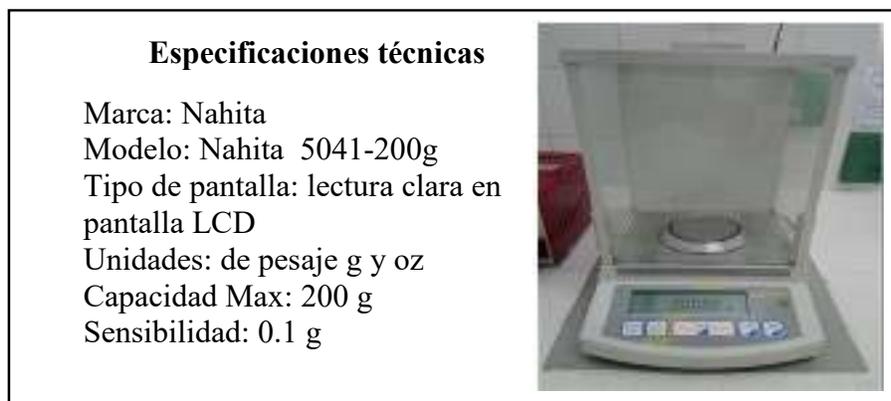
Durante el desarrollo de la parte experimental se utilizó diferentes equipos, materiales de laboratorio y utensilios de cocina que se encuentran en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

3.2.1 Equipos de proceso

Los equipos utilizados en la parte experimental son los siguientes:

3.2.1.1 Balanza Analítica digital

La balanza analítica digital (figura 3.1), se utiliza para pesar los medios de cultivo lácteo y stevia durante la etapa de inoculación, este equipo se encuentra en el laboratorio del CEANID.



Fuente: CEANID, 2018.

Figura: 3.1. Balanza Analítica Digital

3.2.1.2 Balanza Digital

La balanza digital (figura 3.2), se utilizó para determinar los pesos de materia prima e insumos que se utilizaron en la realización del trabajo, este instrumento se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).



Fuente: L.T.A, 2018.

Figura: 3.2. Balanza Digital

3.2.1.3 Cocina Industrial

La cocina industrial (figura 3.3), se utiliza en el proceso para la pasteurización de la leche y cocción de la pulpa de zanahoria, este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).



Fuente: L.T.A, 2018.

Figura: 3.3. Cocina industrial

3.2.1.4 Termostato (baño maría)

El termostato (figura 3.4) se utiliza en el proceso que controlara la temperatura constante durante la fermentación del yogurt, este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).



Fuente: L.T.A, 2018.

Figura: 3.4. Termostato (baño maria)

3.2.1.5 Freezer

El freezer (figura 3.5), se utiliza para refrigerar la leche, pulpa de zanahoria y producto terminado, este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).



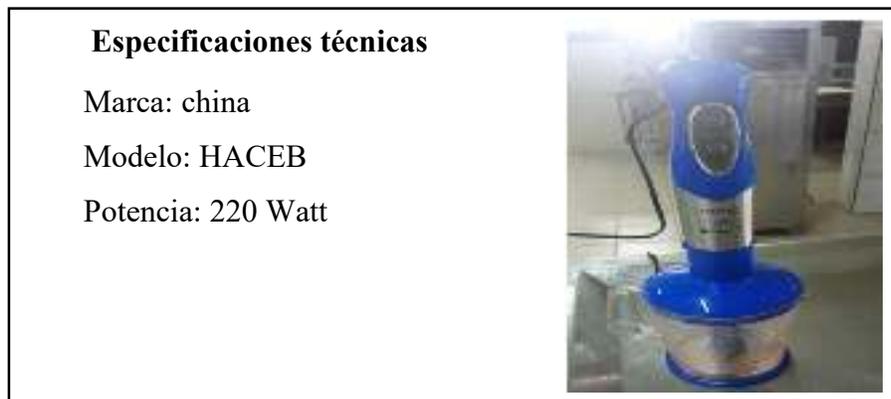
Fuente: L.T.A, 2018.

Figura: 3.5. Frízer

3.2.1.6 Batidora de inmersión

La batidora de inmersión (figura 3.6), muestra donde se va a triturar la zanahoria la batidora cumple la función de triturar la zanahoria en porciones pequeñas para que

posteriormente sirva de aditivo en la mezcla del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).

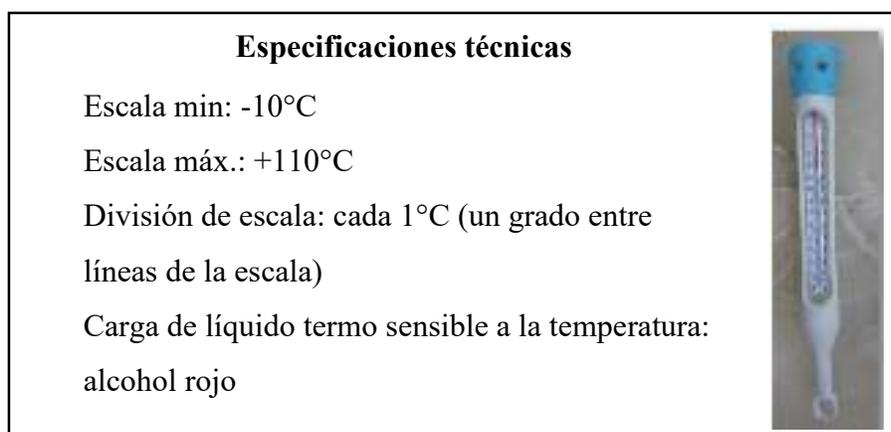


Fuente: Equipo propio, 2018.

Figura: 3.6. Batidora de inmersión

3.2.1.7 Termómetro:

El termómetro (figura 3.7), se utilizó, para medir las diferentes temperaturas durante el proceso de elaboración, este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).



Fuente: L.T.A, 2018.

Figura: 3.7. Termómetro

3.2.2 Materiales de laboratorio y utensilios de cocina

Los materiales de laboratorio y utensilios de cocina a ser utilizados durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, se detallan en la tabla 3.1

Tabla 3.1

Materiales de laboratorio y utensilios de cocina

Materiales		Cantidad	Capacidad	Unidad	Tipo de material
De laboratorio	Piseta	1	500	ml	Platico
	Matraz	2	250	ml	Vidrio
	Probeta	1	250	ml	Plástico
	Embudo	1			Vidrio
	pipeta	2	9	ml	Vidrio
De cocina	Ollas	1	250	ml	Acero inoxidable
	Cuchillo	1	-	-	Acero inoxidable
	Jarra graduada	1	1000.0	ml	Plástico
	Colador	1	1	ml	Plástico
	Vasos	8	1000.0	ml	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.2.3 Reactivos

En la siguiente tabla (tabla 3.2), se puede ver los reactivos utilizados para determinar la acidez del producto.

Tabla 3.2

Reactivos utilizados en prueba de acidez

Reactivos	Cantidad	Unidad
Hidróxido de sodio 0.1 N	500	ml
Fenolftaleína 0,5%	50	ml

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.2.4 Materia prima

La materia prima que se utilizó fue leche de vaca adquirida de la granja LUJAN de la comunidad de (Temporal), la zanahoria proveniente del mercado local “El Campesino”.

3.2.5 Insumos

En la tabla 3.3, se detallan los insumos utilizados en el presente trabajo de investigación.

Tabla 3.3

**Insumos utilizados en la elaboración del yogurt con
Pulpa de zanahoria edulcorada con Stevia**

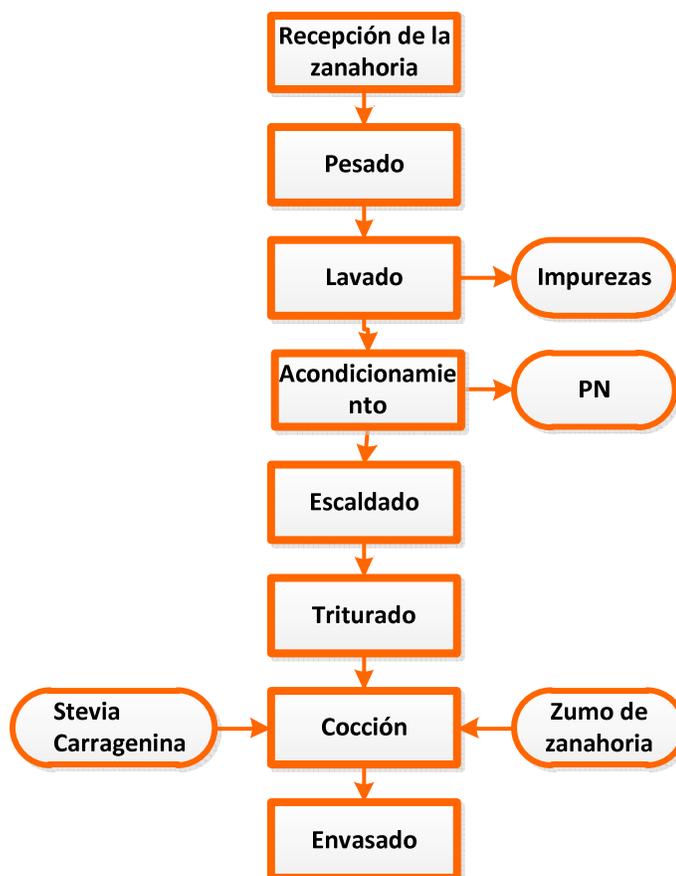
Materia	Tipo	Procedencia
Stevia	Polvo	Bermejo
Cultivo YB-L811	lío filizado	Tarija
Colorante natural	Polvo	Santa Cruz
Carragenina	Polvo	Santa Cruz

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.3 Diagrama del proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria con stevia

La figura 3.8, se muestra el diagrama del proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria con stevia.

Para obtener la pulpa de zanahoria de excelente calidad en cuanto a inocuidad y características organolépticas, es importante el control de los grados Brix 12,8°B



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura: 3.8. Diagrama del proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria

3.3.1 Descripción del diagrama de proceso para la elaboración de la pulpa de zanahoria con stevia

3.3.1.1 Recepción de la zanahoria

La materia prima que se utiliza en la elaboración de la de la pulpa de zanahoria con stevia, son zanahorias frescas adquiridas en el mercado local “El Campesino”.

3.3.1.2 Pesado

Se realizó el pesado de la zanahoria en una balanza con la finalidad de poder efectuar el balance de materia en el proceso y calcular el rendimiento.

3.3.1.3 Lavado

Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de impurezas, suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la zanahoria.

3.3.1.4 Acondicionamiento

Posteriormente se procedió a cortar las zanahorias en forma transversal la parte superior no comestible.

3.3.1.5 Escaldado

Se procedió al escaldado de la zanahoria, a un tratamiento de ebullición por un tiempo de 1 a 2 minutos, así poder permitir ablandar la zanahoria y facilitar el triturado.

3.3.1.6 Trituración

El proceso de trituración se realizó con una batidora de inmersión con el propósito de mejorar la cocción de la pulpa de la zanahoria.

3.3.1.7 Cocción

La cocción se realizó en una olla de acero inoxidable por un tiempo de 4-5 min. para eliminar los microorganismos y ayudar a concentrar la pulpa.

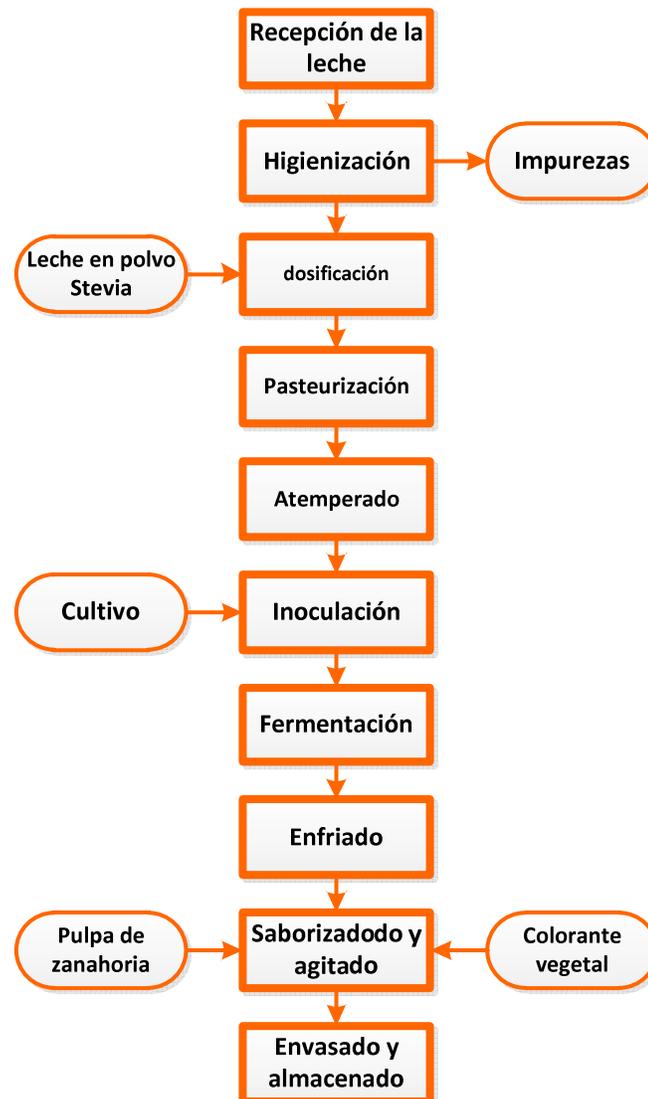
3.3.1.8 Envasado

El envasado se realizará en caliente a una temperatura no menor a los 70° C. Esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado de los frascos, y estos deben colocarse en una superficie plana, para obtener una gelificación uniforme.

3.4 Diagrama del proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Para obtener un producto de excelente calidad en cuanto a inocuidad y características organolépticas, es importante el control de varios factores dentro del proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia. Se realizan controles en los factores tales como: materia prima, insumos, estandarización y fermentación. En cuanto a la pulpa de zanahoria se agregara un 10% para añadir al yogurt con pulpa de zanahoria.

La figura 3.10, muestra el proceso de elaboración de yogurt con zanahoria edulcorado con stevia.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura: 3.9. Diagrama de la elaboración de yogurt

3.4.1 Descripción del diagrama de proceso para la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Para obtener un producto de excelente calidad en cuanto a inocuidad y características, organolépticas, es importante el control de varios factores dentro del proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

3.4.1.1 Recepción de la leche

El control que se realiza a la leche antes de que la misma entre a proceso es la acidez, porcentaje de sólidos totales, control de las características organolépticas, prueba de alcohol y mastitis.

3.4.1.2 Higienización

En la higienización de la leche se utilizará un colador fino, para la separación de las partículas en suspensión y de esta forma evitar el ingreso de macro-partículas al proceso.

3.4.1.3 Dosificación

En la dosificación se añadirá la stevia y leche en polvo para aumentar el porcentaje de sólidos solubles y se debe agitar para obtener una mezcla homogénea.

3.4.1.4 Pasteurización

Este proceso se lleva a cabo a una temperatura, para la eliminación de los microorganismos patógenos, operación que permite por el tiempo que se lleve a cabo una mejor disolución de los insumos y obtener una mezcla homogénea.

3.4.1.5 Atemperado

En esta etapa se tiene que bajar la temperatura de la leche hasta 43°C, temperatura óptima para agregar el cultivo y este actué en la leche.

3.4.1.6 Inoculación

En la inoculación se agrega el cultivo láctico. Este se encuentra conservado por liofilización por lo que se tiene que reconstruir con leche atemperada que se disuelva completamente trabajando en condiciones totalmente asépticas.

3.4.1.7 Fermentación

Para la fermentación, se utilizó el baño maría controlando la temperatura de 43°C por el tiempo necesario, hasta que el yogurt adquiriera la consistencia necesaria, esto dependiendo del grado de acidificación que se pretenda alcanzar y de la cantidad de cultivo que se añadirá.

3.4.1.8 Enfriamiento

Esta etapa se realiza para evitar que la fermentación continúe, deteniendo así la actividad de las bacterias y sus enzimas, se debe bajar la temperatura de la leche fermentada, para lo cual se utilizara agua a temperatura ambiente, luego llevar a refrigeración a 5°C.

3.4.1.9 Saborizado y agitado

En esta etapa se adiciona el saborizante y colorante para mejorar las características organolépticas del producto final más la pulpa de zanahoria. Luego se agita con ayuda de una espátula para mezclar los aditivos y romper la estructura de gel del yogurt.

3.4.1.10 Envasado y almacenado

El envasado es una etapa muy importante del proceso de elaboración del yogurt, ya que es una forma de asegurar la distribución del producto, se realiza en botellas de plástico con tapa rosca luego se procede a su almacenamiento en refrigerador a temperatura menor a 4°C.

3.5 Metodología para la obtención de resultados

La metodología para la obtención de resultados del presente trabajo de investigación se detalla a continuación.

3.5.1 Análisis fisicoquímico de la pulpa de zanahoria

En la tabla 3.4, se muestra los parámetros y métodos utilizados en la determinación de las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de zanahoria.

Tabla 3.4

Normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de zanahoria

Parámetros	Unidades	Método	Normas
Cenizas	%	Volumétrico	NB 39034:10
Fibra	%	Gravimetría	
Hidratos de carbono	%	Cálculo	
Humedad	%		NB 313010:05
Valor energético	Kcal/100 g	Cálculo	
Proteína	%	Gravimetría	NB076-200
Dónde: N.B= Norma Boliviana			

Fuente: CEANID, 2018.

3.5.2 Análisis fisicoquímico de la leche

La Tabla 3.5 se muestra los parámetros y métodos utilizados en la determinación de las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca.

Tabla 3.5

Normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca

Parámetros	Unidades	Método o Norma
Acidez (ácido láctico)	%	NB 2529-78
Cenizas	%	NB 075-74
Fibra	%	Gravimetría
Hidratos de carbono	%	Cálculo
Humedad	%	NB 028-88
Valor energético	Kcal/100 g	Cálculo
Proteína	%	NB 466-81
Materia grasa	%	NB 313019:06
Donde NB = Norma Boliviana		

Fuente: CEANID, 2018.

3.5.3 Análisis fisicoquímico del producto final

En la tabla 3.6, se muestra los parámetros y métodos utilizados en la determinación de las propiedades fisicoquímicas del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

Tabla 3.6

Normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas del yogurt con zanahoria edulcorada con stevia

Parámetros	Método	Norma
Acidez (Ác. láctico)	NB 2229:98	Volumétrica
Calcio total	absorción atómica	Absorción atómico
Cenizas	NB 39034:10	Gravimétrica
Hidratos de carbono	calculo	Calculo indirecto
Materia grasa	NB228:1998	Gravimetría
Humedad	NB 231:1-98	Gravimetría
Proteína (N*6,38)	NB/ISO 8968-1:08	Volumétrica
Valor energético	calculo	Calculo

Fuente: CEANID, 2018

3.5.4 Análisis microbiológico de la pulpa de zanahoria

La tabla 3.7, muestra las normas y métodos utilizados para determinar análisis microbiológicos de la pulpa de zanahoria

Tabla 3.7

Normas y métodos para determinar el análisis microbiológico de la pulpa de zanahoria

Parámetros	Método	Norma
Coliformes totales	Recuento en placa	NB 32005:02
Escherichia coli	Recuento en placa	NB 32005:02
Mohos y levaduras	Recuento en placa	NB 32005:03

Fuente: CEANID, 2018

3.5.5 Análisis microbiológico de la leche y producto final

La tabla 3.8, muestra las normas y métodos utilizados para determinar análisis microbiología de la leche y producto final.

Tabla 3.8

Normas y métodos para determinar el análisis microbiológico de la leche y producto final

Parámetros	Método	Norma
Bacterias aerobias mesofilas	Recuento en placa	NB 32005:02
Coliformes fecales	Recuento en placa	NB 32005:02
Mohos y levaduras	Recuento en placa	NB 32005:02

Fuente: CEANID, 2018

3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial es una disciplina muy útil para conocer las propiedades organolépticas de los alimentos.

La evaluación sensorial es innata ya que desde el momento que se prueba algún producto, se hace un juicio acerca de él, si le gusta o disgusta, y describe y reconoce sus características de sabor, olor, textura (UNE, 1997).

El análisis sensorial se realiza a través de los sentidos. Para este caso, es importante que los sentidos se encuentren bien desarrollados para emitir un resultado objetivo y no subjetivo (UNE, 1997).

El análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor, (Espinosa, 2007).

3.6.1 Descripción de las evaluaciones sensoriales que se realizan en la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

- Se procede a elaborar la evaluación sensorial de tres muestras preliminares para la selección del mejor corte a utilizar en el producto, señalando para la muestra Macedonia (M), Juliana (J) y Torneado (T).
- En la dosificación del primer grupo se realizó cuatro muestras donde varían: Temperatura, cantidad de cultivo y tiempo.
- En la dosificación del segundo grupo se realiza cuatro muestras donde varían: Temperatura, cantidad de cultivo y tiempo.
- La elección de muestra ganadora se determina con la evaluación sensorial entre la mejor muestra de la dosificación del primer grupo YPZES 3 y segundo grupo YPZES 7.
- Al producto elegido se realiza evaluación sensorial para establecer sus propiedades organolépticas.

La tabla 3.9, muestra las evaluaciones sensoriales que se realizan durante la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia extraído del anexo B.

Tabla 3.9

Evaluaciones sensoriales realizadas en la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Muestra		Jueces	Atributos	Anexo B
Preliminar	M	20	Apariencia	Test 1
	T		Sabor	
	J		Consistencia	
Dosificación primer grupo	YPZES 1	20	Aroma	Test 2
	YPZES 2		Sabor	
	YPZES 3		Consistencia	
	YPZES 4		Color	
Dosificación segundo grupo	YPZES 5	20	Aroma	Test 3
	YPZES 6		Sabor	
	YPZES 7		Consistencia	
	YPZES 8		Color	
Elección de muestra final	YPZES 3	20	Aroma	Test 4
			Sabor	
	YPZES 7		Consistencia	
			Color	
Producto final	YPZES 7	20	Aroma	Test 5
			Sabor	
			Consistencia	
			Apariencia	
			Color	

Fuente: Elaboración propia 2018

3.7 Diseño experimental

Se entiende por diseño experimental aquel donde se investigan todas las posibles combinaciones de niveles de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento. (Montgomery, 2004).

Para la realización del presente trabajo de investigación, se aplicó un diseño factorial en la etapa de concentración, que consiste en un diseño de dos niveles de variación según la ecuación:

$$2^k$$

Ecuación 3.1

Dónde:

2= niveles

k = número de variables

3.7.1 Diseño factorial en el proceso de fermentación para la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Para realizar el presente trabajo de investigación, se aplicó un diseño factorial en el proceso de fermentación, que consiste en un diseño de dos niveles de variación según la ecuación:

Se tomará en cuenta tres factores: temperatura, cultivo y tiempo en cada factor dos niveles de variación:

T= Temperatura

C= Cantidad de cultivo

t= tiempo

Por lo tanto, el diseño experimental contara con un modelo:

$$2^3=2*2*2= 8 \text{ tratamiento / pruebas}$$

ecuación 3.2

En la tabla 3.10 se puede observar los niveles de varianza de la etapa de fermentación

Tabla 3.10

Variación de los factores en la etapa de fermentación

Factor	Niveles inferior	Nivel superior
T	43°C	45°C
C	0,040 %	0,050 %
t	3,5 horas	4,0 horas

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la tabla 3.11 muestra el diseño experimental a ser utilizado para la etapa de fermentación del yogurt.

Tabla 3.11

Diseño experimental a ser utilizado en la etapa de fermentación

corridas	Combinaciones de tratamiento	Factores			Interacciones				respuestas
		T	C	t	TC	Tt	Ct	TCt	Y _i
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
2	T	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
3	C	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃
4	TC	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
5	t	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
6	Tt	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
7	Ct	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
8	TCt	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Donde Y_i = porcentaje de acidez del yogurt

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS
RESULTADOS

4.1. Caracterización de las materias primas

Para la caracterización de la materia prima, se toma en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se detallan a continuación:

4.1.2. Análisis fisicoquímico de la pulpa de zanahoria

La tabla 4.1, muestra los resultados del análisis fisicoquímico de la pulpa de zanahoria, datos extraídos del (Anexo A), realizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.1

Análisis fisicoquímico de la pulpa de zanahoria

Parámetros	Método de ensayo	Unidades	Resultado
Ceniza	NB 39034:10	%	0,04
Fibra	Gravimetría	%	0,47
grasa	NB 313019:06	%	0,04
Hidratos de carbono	Cálculo	%	3,98
Humedad	NB 313010:05	%	95,00
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	0,47
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g	18,16

Fuente: CEANID, 2018

La tabla 4.1, indica los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de zanahoria, ceniza 0,04 %, fibra 0,47 %, grasa 0,04 %, hidratos de carbono 3,98 %, humedad 95,00 %, proteína total 0,47 % y valor energético 18,16 Kcal/100g.

4.1.3. Análisis microbiológico de la pulpa de zanahoria

La tabla 4.2, muestra los resultados del análisis microbiológico de la pulpa de zanahoria, datos extraídos del (Anexo A), realizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.2**Análisis microbiológicos de la pulpa de zanahoria**

Parámetros	Unidades	Resultados	Normas
Coliformes	UFC/g	<10(*)	NB 3200:05
Escherichia coli	UFC/g	<10(*)	NB 32005:02
Mohos y levaduras	UFC/g	<10(*)	NB 32006:03
(*) no se observo desarrollo de colonias			

Fuente: CEANID, 2018

En la 4.2, se indica los resultados obtenidos del análisis microbiológico que presentaron: Coliformes totales < 10 UFC/g, Escherichia coli < 10 UFC/g, mohos y levaduras < 10 UFC/g.

4.1.4. Análisis fisicoquímico de la leche cruda

La tabla 4.3, muestra los resultados del análisis fisicoquímico de la leche cruda de datos extraídos (Anexo A), realizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.3**Análisis fisicoquímico de la leche cruda**

Parámetros	Método de ensayo	Unidades	Resultado
Acidez	NB 229:98	%	0,14
Ceniza	NB 39034:10	%	0,62
Fibra	Gravimetría	%	n.d.
Grasa	NB 313019:06	%	3,30
Hidratos de carbono	Cálculo	%	4,75
Humedad	NB 313010:05	%	87,97
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	3,36
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g	62,14
n.d: no detectado			

En la 4.3 se indica los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda, que tiene una composición de: acidez láctica 0,14 %, cenizas 0,62

%, fibra n.d, grasa 3,30 %, hidratos de carbono 4,75 %, humedad 87,97 %, proteína total 3,36 % y valor energético 62,14 Kcal/100g.

4.1.5. Análisis microbiológico de la leche

La tabla 4.4, detalla los resultados de los análisis microbiológicos de la leche cruda, datos obtenidos del Anexo A.

Tabla 4.4

Análisis microbiológicos de la leche cruda

Parámetros	Unidades	Resultados	Normas
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/ml	$6,4 \times 10^5$	NB 32003:05
Coliformes totales	UFC/g	$4,0 \times 10^3$	NB 32005:02
Mohos y levaduras	UFC/g	$3,8 \times 10^4$	NB 32006:03
UFC/g: Unidad Formadora Colonias			

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.4, se indica los resultados obtenidos del análisis microbiológico que especifican: bacterias aerobias mesófilas $6,4 \times 10^5$ UFC/ml coliformes totales $4,0 \times 10^3$ UFC/g, mohos y levaduras $3,8 \times 10^4$ UFC/g.

4.2 Caracterización de las variables del proceso para la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

Para realizar la caracterización de las variables del proceso en la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, se toma los siguientes aspectos:

4.2.1 Elaboración de muestras preliminares en el corte de la zanahoria

Con el fin de obtener la muestra preliminar para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, se procede a elaborar tres muestras de distinta presentación:

- a) Yogurt con pulpa de zanahoria M (Macedonia) con stevia
- b) Yogurt con pulpa de zanahoria T (Torneado) con stevia
- c) Yogurt con pulpa de zanahoria J (Juliana) con stevia

Se realiza una evaluación sensorial con 20 jueces no entrenados para así elegir la muestra con mayor preferencia en cuanto a los atributos apariencia, sabor y consistencia. La concentración de la pulpa de zanahoria está a 12,8 grados Brix.

4.2.1.1 Estadístico de caja y bigote para la selección del tipo de corte de zanahoria de la muestra preliminar

En la figura 4.1, se muestra los resultados de caja y bigote obtenidos para la selección de las muestras preliminares respecto a la selección del tipo de corte de la zanahoria, extraído de la tabla C.2.1 (apariciencia); tabla C.3.1 (sabor) y tabla C.4.1 (consistencia) para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia del (Anexo C).

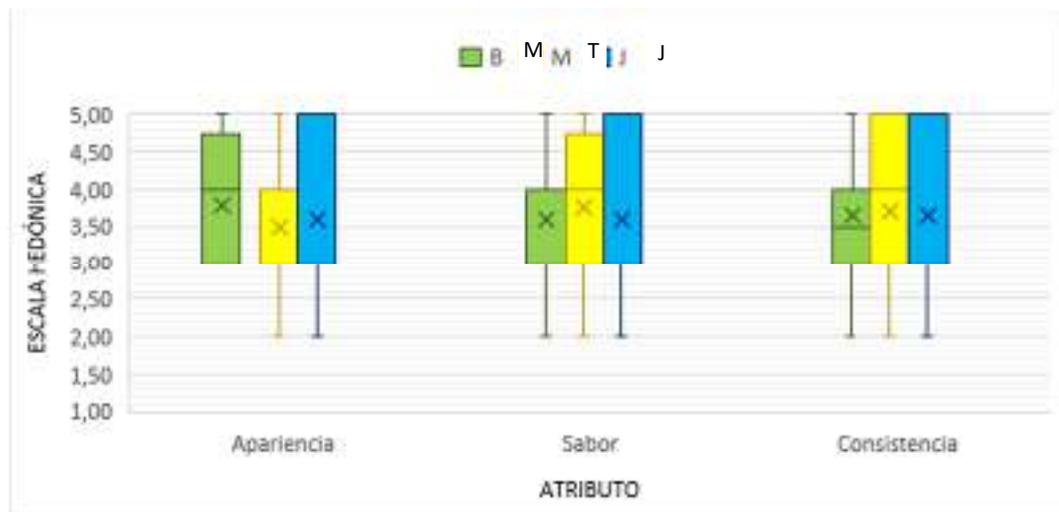


Figura 4.1 Caja y bigote para determinar la muestra preliminar

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 4.1, para los atributos apariencia, sabor y consistencia, la mediana de la muestra T con 4 (segundo cuartil) es mayor a la mediana de M y J; decimos también que para la muestra T el 50% de los jueces que evaluaron indican que tiene una puntuación de 4 de la escala hedónica mientras M y J el 50% de los jueces indican que tiene una puntuación de 3 de la escala hedónica. Siendo la muestra T con mayor aceptación por los jueces en comparación de M y J que son menos en cuanto se refiere a la elección de la muestra preliminar.

4.2.1.2 Análisis de varianza en la selección de la muestra preliminar para el atributo apariencia

En la tabla 4.5, se muestra el análisis de varianza del atributo apariencia para la muestra preliminar, extraídos del (Anexo C.2, Tabla C.2.2).

Tabla 4.5

Análisis de varianza de la muestra preliminar para el atributo apariencia

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	51,94	59			
Muestra A	0,94	2	0,47	0,55	3,27
Jueces B	18,61	19	0,97	1,15	1,89
Error E	32,39	38	0,85		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,55 < 3,274$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.2.1.3 Análisis de varianza en la selección de la muestra preliminar para el atributo sabor

En la tabla 4.6, se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para la muestra preliminar, extraídos del (Anexo C.3, Tabla C.3.2).

Tabla 4.6

Análisis de varianza de la muestra preliminar para el atributo sabor

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	49,65	59			
Muestra A	0,30	2	0,15	0,17	3,274
Jueces B	16,32	19	0,86	0,98	1,89
Error E	33,02	38	0,87		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.6, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,17 < 3,274$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.2.1.4 Análisis de varianza en la selección de la muestra preliminar para el atributo consistencia

En la tabla 4.7, se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia para la muestra preliminar, extraídos del (Anexo C.4, Tabla C.4.2).

Tabla 4.7

Análisis de varianza de la muestra preliminar para el atributo consistencia

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	55,34	59			
Muestra A	0,04	2	0,02	0,02	3,27
Jueces B	22,67	19	1,35	1,40	1,89
Error E	32,63	38	0,85		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.7, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,023 < 3,274$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.3 Diseño experimental para determinar las variables en la etapa de fermentación del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

El diseño factorial se realiza en el proceso de fermentación de elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia, en el cual las variables analizar son: temperatura, cultivo y tiempo, teniendo como variable respuesta es la acidez del yogurt.

En la tabla 4.8, se muestra el análisis de varianza en el proceso de fermentación para un diseño de 2^3 para obtener el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia. En la tabla 4.8, se puede observar los niveles de varianza de la etapa de fermentación

Tabla 4.8

Variación de los factores en la etapa de fermentación

Factor	Niveles inferior	Nivel superior
T	43°C	45°C
C	0,040 %	0,050 %
t	3,5 horas	4,0 horas

Fuente: Elaboración Propia, 2018

El diseño factorial se realiza en el proceso de fermentación de elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con Stevia, en el cual las variables analizar son: temperatura, cultivo y tiempo, teniendo como variable respuesta es la acidez del yogurt.

En la tabla 4.25, se muestra el análisis de varianza en el proceso de fermentación para un diseño de 2^3 para obtener el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

Tabla 4.9

Acidez expresada en grados Dornic yogurt natural

Muestras	VARIABLES			Replicas		ΣMt
	Temperatura (°C)	Cultivo (g)	tiempo (min)	I	II	
YPZES 1	43	0,04	3,5	55,0	60,5	115,5
YPZES 2	45	0,04	3,5	59,1	53,4	112,5
YPZES 3	43	0,05	3,5	66,4	65,5	131,9
YPZES 4	45	0,05	3,5	72,2	59,8	132,0
YPZES 5	43	0,04	4,0	59,4	56,5	115,9
YPZES 6	45	0,04	4,0	53,3	70,1	123,4
YPZES 7	43	0,05	4,0	71,5	62,2	133,7
YPZES 8	45	0,05	4,0	61,0	54,6	115,6
Total (Yi)						980,5

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.9, muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza (Anexo D) de los valores responsables (acidez) para el diseño factorial 2^3 .

Tabla 4.10

Análisis de varianza para las variables del proceso de fermentación

Fuente de varianza (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftab
Total	590,20	15			
Factor T	0,711	1	0,711	0,01	5,318
Factor C	8,22	1	8,22	0,123	5,318
Factor t	1,97	1	1,97	0,029	5,318
Intermedio TC	0,042	1	0,042	$6,26 \times 10^{-4}$	5,318
Intermedio Tt	0,231	1	0,231	$3,44 \times 10^{-3}$	5,318
Intermedio Ct	2,620	1	2,62	0,039	5,318
Intermedio TCt	3,217	1	3,217	0,047	5,318
Error experimental	536,403	8	67,05		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.10, los factores: (Tt) temperatura-tiempo, (T) temperatura, (C) cultivo, (t) tiempo, (TC) temperatura – cultivo, (Ct) cultivo- tiempo y por ultimo (TCt) Temperatura-cultivo-tiempo, para un límite de confianza del 95%.

En base a los análisis estadísticos realizados por el diseño 2^3 , se puede decir que ningún factor tomado en cuenta incide directamente en la etapa de fermentación del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia.

4.4 Evaluación sensorial del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

En base a la dosificación de la muestra preliminar se procedió a elaborar dos grupos de cuatro muestras de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia para determinar las propiedades organolépticas mediante un test de evaluación sensorial.

En la tabla 4.8 se puede observar la variación en la composición de los dos grupos de cuatro muestras de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

Tabla 4.11

Varianza en la composición de las muestras del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con Stevia

Grupo	Muestras	Temperatura (°C)	Cultivo (%)	tiempo (hora)
Dosificación primer grupo	YPZES1	43	0,04	3,5
	YPZES2	45	0,04	3,5
	YPZES3	43	0,05	3,5
	YPZES4	45	0,05	3,5
Dosificación segundo grupo	YPZES5	43	0,04	4,0
	YPZES6	45	0,04	4,0
	YPZES7	43	0,05	4,0
	YPZES8	45	0,05	4,0

Fuente: Elaboración propia

En base a las muestras que se indican en la tabla 4.11, se procede a realizar evaluación sensorial utilizando 20 jueces no entrenados para evaluar los atributos aroma, sabor, consistencia y color.

4.4.1 Estadístico de caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia del primer grupo

En la figura 4.2, se muestra los resultados para caja y bigote obtenidos para el primer grupo de elaboración yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia, extraídos de la tabla C.5.1 (aroma), tabla C.6.1 (sabor), tabla C.7.1 (consistencia) y tabla C.8.1 (color) del Anexo C.

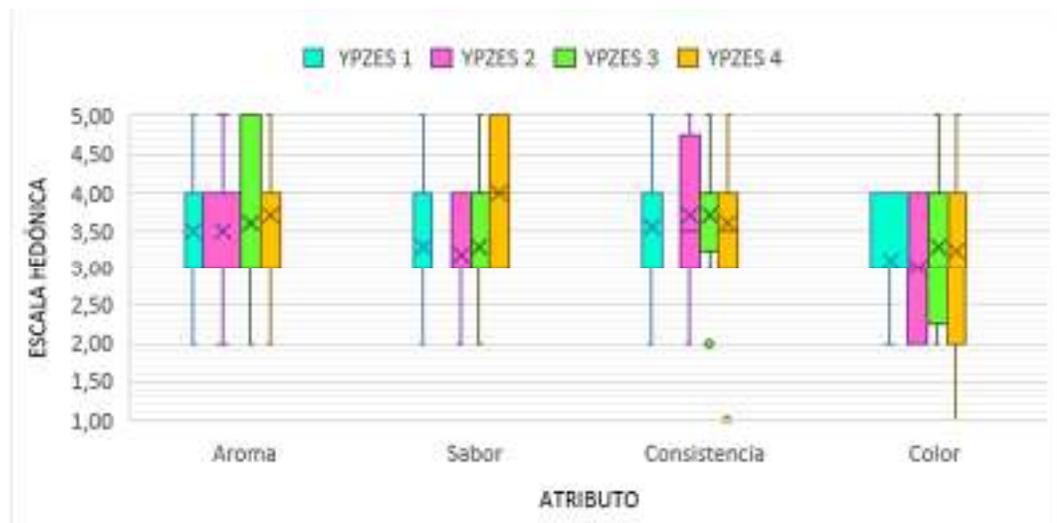


Figura 4.2 Caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 4.2, para los atributos aroma, sabor, consistencia y color la mediana de la muestra YPZES 3 con 4 (segundo cuartil) es mayor a la mediana de YPZES2, YPZES1 y YPZES4; decimos también que para la muestra YPZES 3 el 50% de los jueces que evaluaron indican que tiene una puntuación de 4 de la escala hedónica mientras que la muestra YPZES2, YPZES1 y YPZES4 el 50% de los jueces indican que tiene una puntuación de 3 de la escala hedónica.

Siendo la muestra YPZES3 con mayor aceptación por los jueces en comparación de YPZES2, YPZES1 y YPZES4 que es menor en cuanto se refiere a la elección de la muestra vencedor de la dosificación del primer grupo.

4.4.2 Análisis de varianza para el atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo

En la tabla 4.12, se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, extraídos del (Anexo C.5, Tabla C.5.2).

Tabla 4.12

**Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo
aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia**

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	63,55	79			
Muestra A	0,55	3	0,18	0,22	2,74
Jueces B	48,55	19	0,77	0,90	1,77
Error E	14,45	57	0,85		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.12, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,22 < 3,277$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05. muestra vencedor de la dosificación del primer grupo.

4.4.3 Análisis de varianza para el atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo

En la tabla 4.13, se muestra el análisis de varianza del sabor para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, extraídos del (Anexo C.6, tabla C.6.2).

Tabla 4.12

**Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo
sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia**

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	59,9	79			
Muestra A	8,2	3	2,73	3,73	2,74
Jueces B	9,8	19	0,51	0,70	1,77
Error E	41,8	57	0,73		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.13, se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,73 > 2,77$) para las muestras; por lo tanto, se rechaza la hipótesis H_p y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo sabor con un nivel de significancia 0,05.

4.4.3.1 Prueba de tukey de la evaluación sensorial inicial para el atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia en el primer grupo

En la tabla 4.14, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de tukey que fueron extraídos de la tabla C.6.4 del Anexo C.

Tabla 4.14

Prueba de tukey para atributo sabor del primer grupo

Tratamientos	Análisis de los tratamientos	Efectos
YPZES4 – YPZES2	0,8 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES4 - YPZES3	0,7 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES4 – YPZES1	0,7 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES1 – YPZES2	0,1 < 0,216	no hay diferencia significativa
YPZES1 – YPZES3	0,0 < 0,216	no hay diferencia significativa
YPZES3 - YPZES2	0,1 < 0,216	no hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.14, se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos (YPZES4 – YPZES2, YPZES4 - YPZES3, YPZES4 – YPZES1), (YPZES1 – YPZES2, YPZES1 – YPZES3, YPZES3 - YPZES2) sin embargo, para los tratamientos (YPZES1- YPZES2, YPZES1 - YPZES3, YPZES3 – YPZES2) no existe diferencia significativa, para un nivel de significancia de 0.05. La muestra mejor valorada por los jueces en cuanto al atributo sabor es la muestra YPZES3.

4.4.4 Análisis de varianza para el atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo

En la tabla 4.15, se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, extraídos del (Anexo C.7, Tabla C.7.2).

Tabla 4.15

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	62,49	79			
Muestra A	0,34	3	011	0,24	2,74
Jueces B	35,24	19	1,85	3,93	1,77
Error E	26,91	57	0,47		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.15, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,24 < 2,74$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.4.5 Análisis de varianza para el atributo color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo

En la tabla 4.16, se muestra los resultados del análisis de varianza, para la evaluación sensorial final del atributo del color extraído de la tabla C.8.2 (Anexo C.8).

Tabla 4.16

**Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo
color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia**

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	70,84	159			
Muestra A	1,14	3	0,38	0,40	2,74
Jueces B	16,14	19	0,85	0,90	1,77
Error E	53,61	57	0,94		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.16, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,40 < 2,77$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.5 Estadístico de caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia del segundo grupo

En la figura 4.3, se muestra los resultados para caja y bigote obtenidos para el segundo grupo de elaboración yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia, extraídos de la tabla C.10.1 (aroma), tabla C.11.1 (sabor), tabla C.12.1 (consistencia) y tabla C.13.1 (color) del Anexo C.

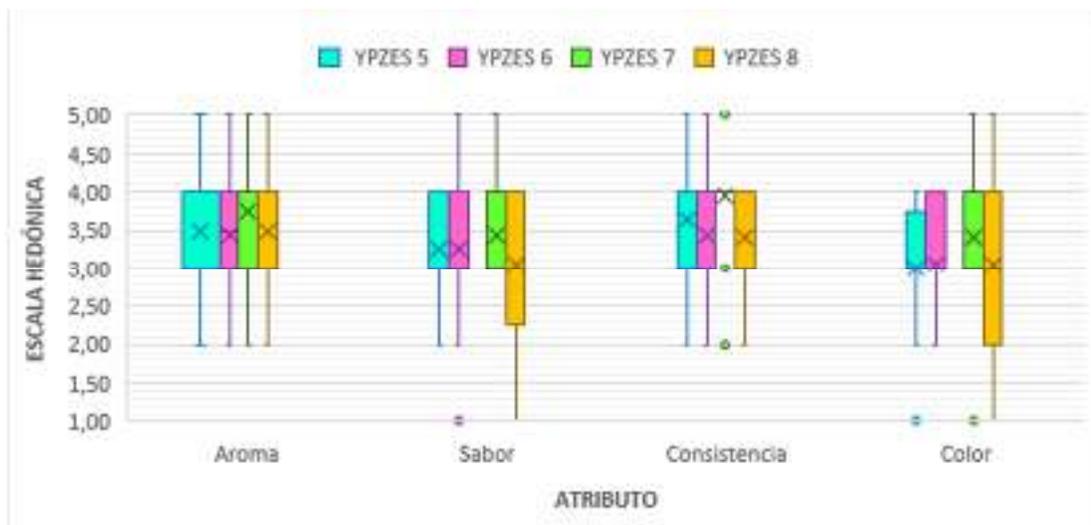


Figura 4.3 Caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 4.3, para los atributos apariencia, sabor y consistencia, la mediana de la muestra YPZES7 con 4 (segundo cuartil) es mayor a la mediana de YPZES5, YPZES6 y YPZES8; decimos también que para la muestra YPZES7 el 50% de los jueces que evaluaron indican que tiene una puntuación de 4 de la escala hedónica mientras que la muestra YPZES5, YPZES6 y YPZES8 el 50% de los jueces indican que tiene una puntuación de 3 de la escala hedónica.

Siendo la muestra YPZES7 con mayor aceptación por los jueces en comparación de YPZES5, YPZES6 y YPZES8 que es menor en cuanto se refiere a la elección de la muestra vencedor de la dosificación del primer grupo.

4.5.1 Análisis de varianza para el atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo

En la tabla 4.17, se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, extraídos del (Anexo C.9, Tabla C.9.2).

Tabla 4.17

**Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo
aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia**

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	53,8	79			
Muestra A	1,1	3	0,36	0,58	2,74
Jueces B	16,3	19	0,85	1,34	1,77
Error E	36,4	57	0,63		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.17, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,58 < 2,74$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.5.2 Análisis de varianza para el atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo

En la tabla 4.18, se muestra el análisis de varianza del sabor para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, extraídos del (Anexo C.10, tabla C.10.2).

Tabla 4.18

**Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo
sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia**

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	49	79			
Muestra A	1,6	3	0,53	0,97	2,74
Jueces B	16	19	0,84	1,53	1,77
Error E	31,40	57	0,55		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18, se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($0,97 > 2,74$) para las muestras; por lo tanto, se rechaza la hipótesis H_p y se puede decir que hay diferencia

significativa entre las muestras para el atributo sabor con un nivel de significancia 0,05.

4.5.3 Análisis de varianza para el atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo

En la tabla 4.19, se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, extraídos del (Anexo C.11, Tabla C.11.2).

Tabla 4.19

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	50,98	79			
Muestra A	3,74	3	1,24	3,15	2,74
Jueces B	24,74	19	1,30	3,30	1,77
Error E	22,51	57	0,39		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($3,15 < 2,74$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05. muestras para el atributo sabor con un nivel de significancia 0,05.

4.5.3.1 Prueba de Tukey de la evaluación sensorial inicial para el atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo

En la tabla 4.20, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de tukey que fueron extraídos de la tabla C.11.4 del Anexo C.

Tabla 4.20

Prueba de Tukey para atributo consistencia del segundo grupo

Tratamientos	Análisis de los tratamientos	Efectos
YPZES7 – YPZES8	0,55 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES7 – YPZES6	0,50 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES7 – YPZES5	0,30 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES5 – YPZES8	0,25 > 0,216	si hay diferencia significativa
YPZES5 – YPZES6	0,20 < 0,216	no hay diferencia significativa
YPZES6 – YPZES8	0,05 < 0,216	no hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.20, se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos (YPZES7 – YPZES8, YPZES7 – YPZES6, YPZES7 – YPZES5, YPZES5 – YPZES8, YPZES5 – YPZES6, YPZES6 – YPZES8) que son significativas en comparación con las muestras (YPZES5- YPZES6, YPZES6 – YPZES8). Que no son significativos para un límite de confianza del 95% pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se toma las muestras YPZES4 como la mejor opción en cuanto al atributo consistencia.

4.5.4 Análisis de varianza para el atributo color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

En la tabla 4.21, se muestra los resultados del análisis de varianza, para la evaluación sensorial final del atributo del color extraído de la tabla C.12.2 (Anexo C).

Tabla 4.21

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	60,75	159			
Muestra A	2,05	3	0,68	0,88	2,74
Jueces B	13,75	19	0,72	0,92	1,77
Error E	44,95	57	0,78		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.21, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,88 < 2,74$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.6 Estadístico de caja y bigote para determinar la muestra final de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia

En la figura 4.4, se muestra los resultados para caja y bigote obtenidos para la muestra final del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia, extraídos de la tabla C.13.1 (aroma), tabla C.14.1 (sabor), tabla C.15.1 (consistencia) y tabla C.16.1 (color) del Anexo C.

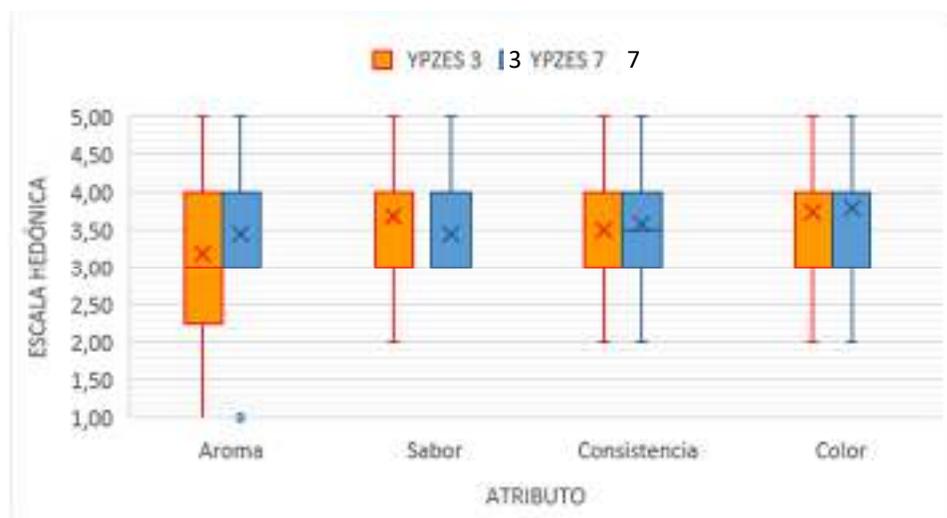


Figura 4.4 Caja y bigote para determinar la muestra final del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 4.4, para los aroma, sabor, color y consistencia, la mediana de la muestra YPZES7 con 4 (segundo cuartil) es mayor a la mediana de YPZES3; decimos también que para la muestra YPZES7 el 50% de los jueces que evaluaron indican que tiene una puntuación de 4 de la escala hedónica mientras

YPZES3 el 50% de los jueces indican que tiene una puntuación de 3 de la escala hedónica.

Siendo la muestra YPZES7 con mayor aceptación por los jueces en comparación de YPZES3 que son menos en cuanto se refiere a la elección de la muestra final.

4.6.1 Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final

En la tabla 4.22, se muestra los resultados del análisis de varianza, para la evaluación sensorial final del atributo aroma extraído de la tabla C.13.2 (Anexo C.13).

La tabla 4.22

Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	40,77	39			
Muestra A	0,62	1	0,62	1,09	4,38
Jueces B	29,27	19	1,54	2,69	2,17
Error E	10,87	19	0,57		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.22, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,09 < 4,38$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.6.2 Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final

En la tabla 4.23, se muestra los resultados del análisis de varianza, para la evaluación sensorial final del atributo sabor extraído de la tabla C.14.2 (Anexo C.14).

Tabla 4.23

Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	29,77	39			
Muestra A	0,62	1	0,62	1	4,38
Jueces B	17,27	19	0,90	1,45	2,17
Error E	11,87	19	0,62		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.23, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1 < 4,38$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.6.3 Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final

En la tabla 4.24, se muestra los resultados del análisis de varianza, para la evaluación sensorial final del atributo consistencia extraída de la tabla C.15.2 (Anexo C.15).

Tabla 4.24

Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	31,9	39			
Muestra A	0,1	1	0,1	0,38	4,38
Jueces B	26,9	19	0,26	5,48	2,17
Error E	4,9	19	1,42		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.24, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,38 < 4,38$) para las muestras; por lo tanto, si realizara tukey se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que si hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo consistencia con un nivel de significancia 0,05.

4.6.4 Análisis estadístico del atributo color para determinar la muestra final

En la tabla 4.25, se muestra los resultados del análisis de varianza, para la evaluación sensorial final del atributo color extraído de la tabla C.16.2 (Anexo C.16).

Tabla 4.25

Análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra final

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	22,97	39			
Muestra A	0,02	1	0,1	0,045	4,38
Jueces B	12,47	19	0,65	1,19	2,17
Error E	10,47	19	0,55		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.25, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,045 < 4,38$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

En base a la evaluación sensorial realizada se determina que la muestra YPZES 7 es la que tiene mayor puntaje en la mayoría de los atributos evaluados.

La composición porcentual de la formulación del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con Stevia es:

- Temperatura 43 °C
- Cultivo 0,05 %
- tiempo 4 horas

4.7 Evaluación sensorial del producto final para la valoración de los atributos

Para determinar el nivel de aceptación del producto terminado de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia, se realizó una evaluación sensorial con 20 jueces no entrenados para la valoración de los atributos aroma, sabor, consistencia, apariencia y color extraídos del Anexo C.

En la figura 4.5, muestra el nivel de aceptación del producto terminado de yogurt con pulpa de zanahorias edulcorada con stevia, aplicando una evaluación sensorial con 20 jueces no entrenados tomando de acuerdo a los atributos aroma, sabor, consistencia, apariencia y color, del producto terminado YPZES7 del anexo C de la tabla 4.17.

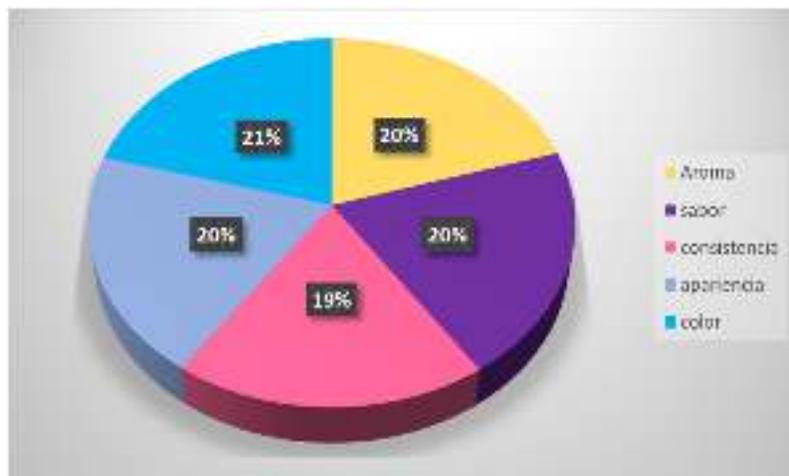


Figura 4.5 Porcentajes de aceptación de los atributos del producto terminado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se muestra los resultados porcentuales obtenidos para el producto terminado YPZES7, donde se observa que el atributo con mayor preferencia es el color 21%, seguido de sabor 20%, aroma 20%, apariencia 20% y consistencia 19%.

4.7.1 Análisis de varianza de los atributos sensoriales del producto final

En la tabla 4.26, se muestra los resultados del análisis de varianza de los atributos sensoriales del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia, en base a los resultados extraídos (Anexo C.17, Tabla C.17.2).

Tabla 4.26

**Análisis de varianza para los atributos sensoriales del producto final
yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia**

Fuente de varianza FV	Suma de cuadrados SC	Grados de libertad GL	Cuadrados medios CM	Fisher calculado F cal	Fisher tabulado F tab
Total	34,19				
Muestra A	1,54	4	0,385	1,203	2,49
Jueces B	8,59	19	0,452	1,410	1,72
Error E	24,06	76	0,320		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.26, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,203 < 2,494$) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis H_p y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo apariencia con un nivel de significancia 0,05.

4.8 Control de acidez en el proceso de fermentación del yogurt natural

Una vez definido los factores de varianza en la etapa de fermentación, temperatura, stevia y tiempo. Se procede a controlar en intervalos de 30 min manteniendo una temperatura constante hasta una acidez de 6.0, con la finalidad de elaborar un yogurt natural adecuado.

La tabla 4.27, muestra el contenido de la acidez realizado cada medio hora y después de cada 15 min con la finalidad de determinar el tiempo de corte del yogurt a una acidez de 6,0.

Tabla 4.27

Variabilidad de la acidez del yogurt natural en la etapa de fermentación

N°	tiempo (horas)	Acidez (°D)
1	0,00	2,1
2	0,30	2,2
3	1,00	2,4
4	1,30	2,9
5	2,00	3,2
6	2,30	4,0
7	2,45	5,2
8	3,00	6,0

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se puede observar la varianza del contenido de la acidez medida en la etapa de fermentación mediante el proceso de elaboración del yogurt natural.

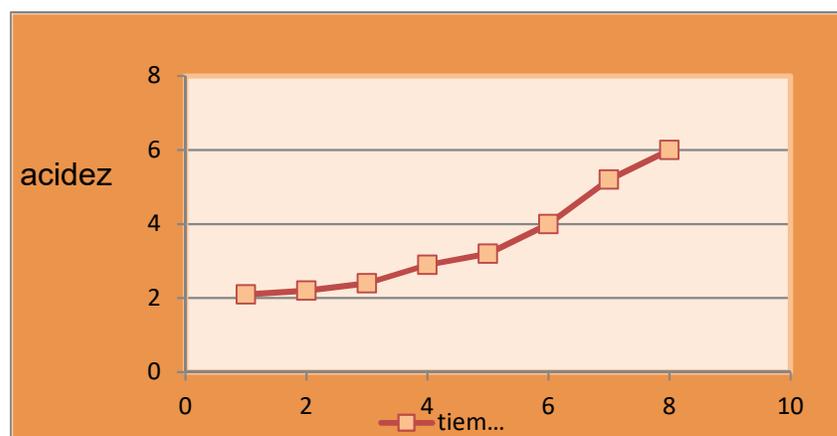


Figura 4.6 variación de la acidez del yogurt natural en la etapa de fermentación

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 4.6, las muestras analizadas alcanzan una acidez óptima a las 3.00 horas de fermentación, así mismo puede observar que pasa el tiempo la acidez aumenta.

4.9 Caracterización del producto final yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

En la caracterización del producto terminado se toma en cuenta los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

4.9.1 Análisis fisicoquímicos del producto final

En la tabla 4.28, muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado al yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia de datos extraídos (Anexo A), llevado a cabo en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.28

Resultados del análisis fisicoquímico del producto final

Parámetros	Método de ensayo	Unidades	Resultado
Acidez	NB 229:98	%	0,65
Ceniza	NB 39034:10	%	0,63
Calcio	Absorción atómica	mg/100g	143
Fibra	Gravimetría	%	n.d.
Grasa	NB 313019:06	%	2,91
Hidratos de carbono	Cálculo	%	6,20
Humedad	NB 313010:05	%	86,58
Proteína total (Nx6,38)	NB/ISO 8968-1:08	%	3,68
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g	65,71

Fuente: CEANID, 2018

La tabla 4.28, indica los resultados obtenidos: acidez 0,65%, ceniza 0,63 %, fibra n.d, grasa 2,91 %, hidratos de carbono 6,20%, humedad 86,58%, calcio143mg/100g, proteína 3,68%, valor energético 65,71 kcal/100g.

4.9.2 Análisis microbiológicos del producto terminado

La tabla 4.29, detalla los resultados microbiológicos del producto terminado realizados al yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia de datos extraídos (Anexo A), en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.29

Análisis microbiológicos del producto terminado

Parámetros	Unidades	Resultados	Normas
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$9,0 \times 10^2$	NB 32005:02
Coliformes fecales	UFC/g	$<1 \times 10^2$ (*)	NB 32005:05
mohos y levaduras	UFC/g	$4,0 \times 10^1$	NB 32006:03
(*) No se observó desarrollo de colonias			

Fuente: CEANID, 2018

4.9.3 Control de acidez del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia durante el almacenamiento

Se procedió a realizar el control de °D del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia, durante su almacenamiento en condiciones de refrigeración (4°C) si mantiene las condiciones de pH, también sus características fisicoquímicas como: aroma, sabor, consistencia, apariencia y color.

En la tabla 4.30, se muestra los valores de pH en función de tiempo (días) de almacenamiento.

Tabla 4.30

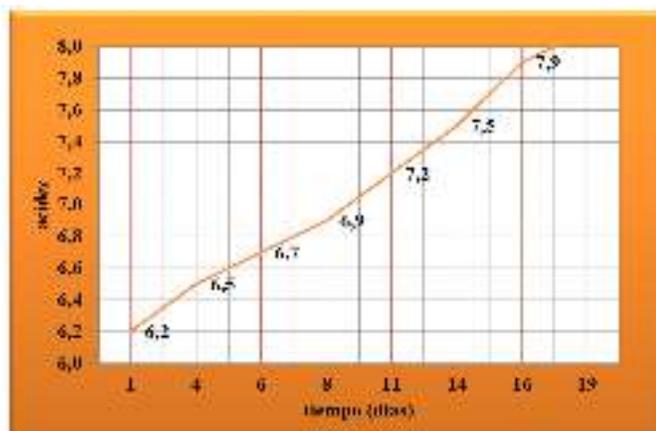
Valores en la etapa de almacenamiento del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Días	Acidez (°D)
1	6,2
4	6,5
6	6,7
8	6,9
11	7,2
14	7,5
16	7,9

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7, se muestran los valores de la acidez en función del tiempo (días), de almacenamiento para el yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia.

Determinación de vida útil del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia



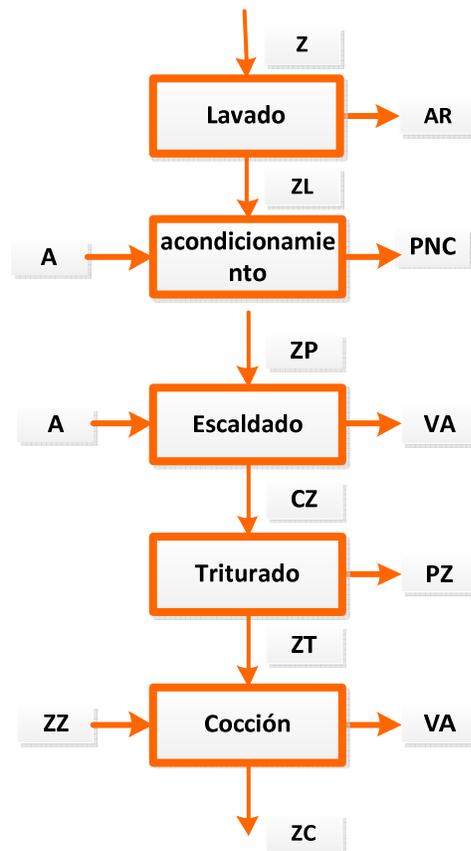
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7 determinación de vida útil del

Como se puede observar en la figura 4.7, el valor de la acidez del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia durante el almacenamiento comienza variar desde el 2º día. En cuanto a las propiedades organolépticas del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia se pudo observar que a partir del 7º día se percibe el sabor ácido.

4.10 Balance de materia en el proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria

El balance de materia se realizó tomando en cuenta el siguiente diagrama de bloque:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.8 Diagrama de bloque proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria

Dónde:

Z= Zanahoria (g)

ZP=Zanahoria pesada (g)

ZL = Zanahoria lavado (g)

PNC= Porción no comestible

ZA= Zanahoria acondicionada

AR=Agua residual (g)

ZE= Zanahoria escaldado (g)

PZ = Perdida de zanahoria en el equipo (g)

ZT= Zanahoria triturada (g)

ZZ = Zumo de zanahoria (g)

VA= Vapor (g)

A= Agua (g)

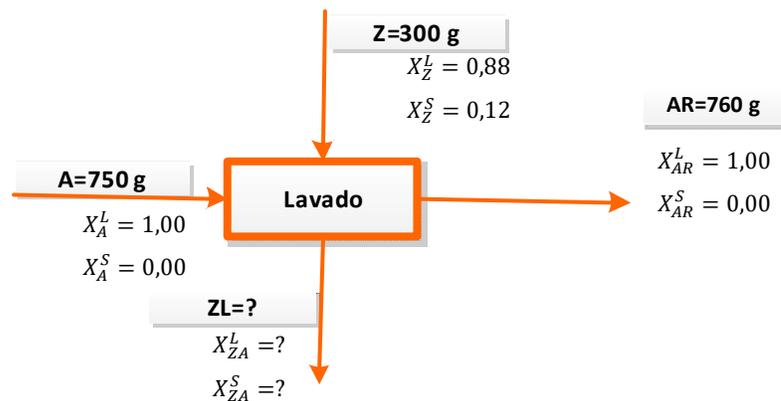
ZC= Zanahoria cocida (g)

X^S = Fracción de Sólidos (g)

X^L = Fracción de líquidos (g)

4.10.1 Balance de materia en la etapa de lavado

En la figura 4.9, se muestra el balance de materia en la etapa de acondicionamiento de la zanahoria, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de zanahoria de 300g.de zanahoria.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.9 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento

Balance de materia en la etapa de lavado

$$Z + A = AR + ZL$$

Ecuación: 4.1

$$ZL = Z + A - AR$$

$$ZL = 300 + 750 - 760$$

$$ZL = 290 \text{ g de zanahoria}$$

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de lavado

$$ZLX_{ZL}^S + AX_A^S = ARX_{AR}^S + ZLX_{ZL}^S \quad \text{Ecuación: 4.3}$$

$$ZLX_{ZL}^S + AX_A^S = ARX_{AR}^S + ZLX_{ZL}^S$$

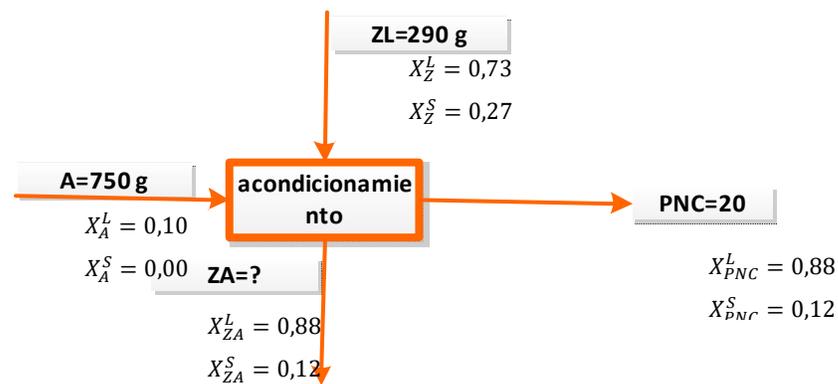
$$ZLX_Z^S = ARX_{PNC}^S + ZAX_{ZA}^S$$

$$X_{ZL}^S = \frac{760 * 1,00 + 300 * 0,12}{290} =$$

$$X_{ZL}^S = 2,74 \text{ g de zanahoria}$$

4.10.2 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento

En la figura 4.9, se muestra el balance de materia en la etapa de acondicionamiento de la zanahoria, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de zanahoria de 290g de zanahoria.



Fuente: Elaboración Propia
Figura 4.9 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento

Balance de materia en la etapa de acondicionamiento

$$Z + A = PNC + ZA \quad \text{Ecuación: 4.2}$$

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de acondicionamiento

$$ZX_Z^S + AX_A^S = PNCX_{PNC}^S + ZAX_{ZA}^S \quad \text{Ecuación: 4.3}$$

$$ZX_Z^S + AX_A^S = PNCX_{PNC}^S + ZAX_{ZA}^S$$

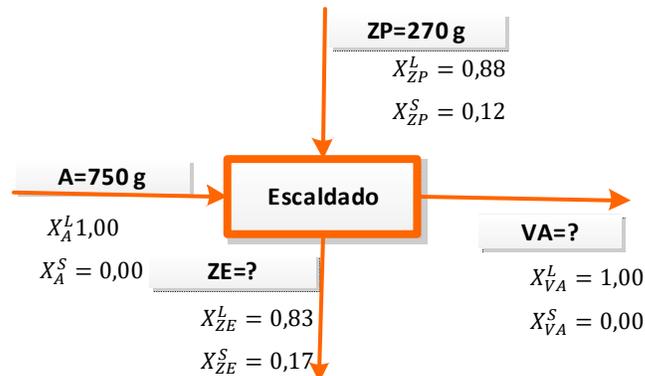
$$ZX_Z^S = PNCX_{PNC}^S + ZAX_{ZA}^S$$

$$ZA = \frac{ZX_Z^S - PNCX_{PNC}^S}{X_{ZA}^S} = \frac{290 * 0,12 - 20 * 0,12}{0,12} =$$

$$ZA = 270 \text{ g de zanahoria}$$

4.10.3 Balance de materia en la etapa Balance de materia en la etapa de escaldado

En la figura 4.10, se muestra el balance de materia en la etapa de escaldado de la zanahoria, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de zanahoria acondicionada y pesada de 270 g de zanahoria.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.10 balance de materia en la etapa de escaldado

Balance general de la materia en la etapa de escaldado

$$ZP + A = VA + ZE$$

Ecuación: 4.4

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de escaldado

$$ZPX_{ZP}^S + AX_A^S = VAX_{VA}^S + ZEX_{ZA}^S$$

Ecuación: 4.5

$$ZPX_{ZP}^S + AX_A^S = VAX_{VA}^S + ZEX_{ZA}^S$$

$$ZE = \frac{ZPX_{ZP}^S}{X_{ZE}^S} = \frac{(270) * 0,12}{0,17} \Rightarrow ZE = 190,6 \text{ g de zanahoria}$$

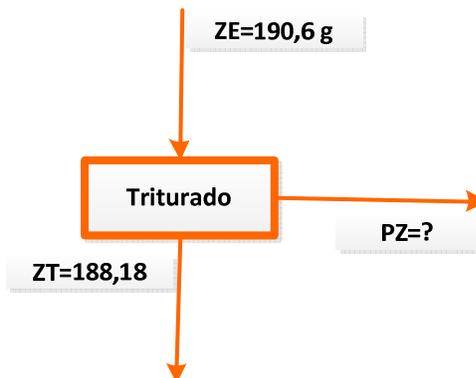
Despejando VA de la ecuación 4.3:

$$ZP + A - ZE = VA$$

$$VA = 829,4 \text{ g de vapor}$$

4.10.4 Balance de materia en la etapa de triturado

En la figura 4.11, se muestra el balance de materia en la etapa de triturado de la zanahoria, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de 158,12 g de zanahoria escaldado.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.11 balance de materia en la etapa Triturado

Balance general de la materia en la etapa de triturado

$$ZE = ZT + PZ$$

Ecuación: 4.6

Despejando ZE de la ecuación 4.5:

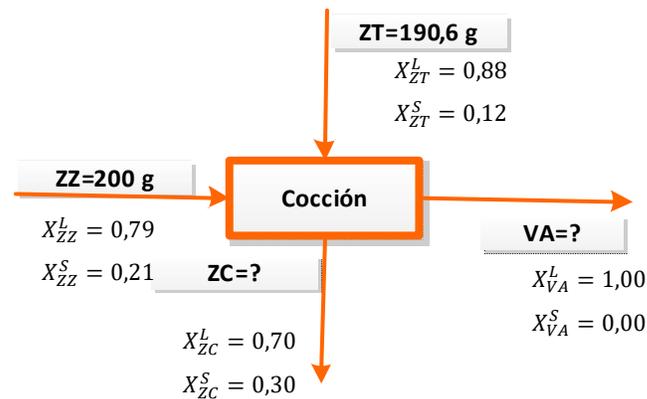
$$ZE = ZT + PZ$$

Ecuación: 4.7

$$PZ = 190,6 - 188,18 \Rightarrow PZ = 2,42 \text{ g}$$

4.10.5 Balance de materia en la etapa de cocción

En la figura 4.12, se muestra el balance de materia en la etapa de cocción de la zanahoria, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de zanahoria triturada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.12 balance de materia en la etapa de cocción

Balance general de la materia en la etapa de cocción

$$ZT + ZZ = ZC + VA$$

Ecuación: 4.8

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de cocción

$$ZTX_{ZT}^S + ZZX_{ZZ}^S = ZCX_{ZC}^S + VAX_{VA}^S$$

Ecuación: 4.9

$$ZTX_{ZP}^S + ZZX_{ZZ}^S = VAX_{VA}^S + ZCX_{ZC}^S$$

$$ZC = \frac{ZTX_{ZP}^S + ZZX_{ZZ}^S}{X_{ZC}^S} = \frac{(190,6 * 0,12) + (200 * 0,21)}{0,30} \Rightarrow$$

$$ZC = 216,24 \text{ g de zanahoria cocida}$$

Despejando VA de la ecuación 4.7:

$$ZT + ZZ = ZC + VA$$

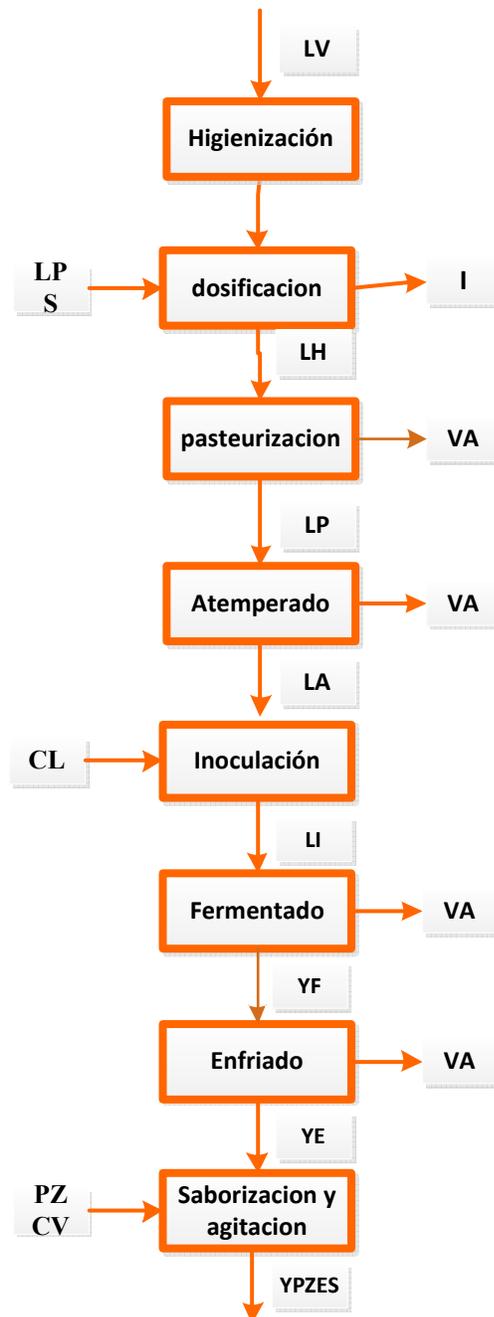
$$VA = ZT + ZZ - ZC$$

$$VA = 174,36 \text{ g de vapor}$$

4.10.6 Balance de materia en el proceso de la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia

El balance de materia se realiza tomando en cuenta el diagrama de bloques para el proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con Stevia que

se presenta en la siguiente figura 4.13, en una base de cálculos de 1 litro de mezcla base.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13 Diagrama de proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia

Dónde:

LV = leche de vaca (g)

I= impurezas (g)

D=Dosificación (g)

LP= leche en polvo (g)

S= stevia (g)

LH=leche higienizada (g)

VA= agua evaporada (g)

LP=leche pasteurizada (g)

A= leche atemperada (g)

CL=cultivo (g)

YN=yogur natural (g)

YF= Yogurt fermentado (g)

YE=Yogurt enfriado (g)

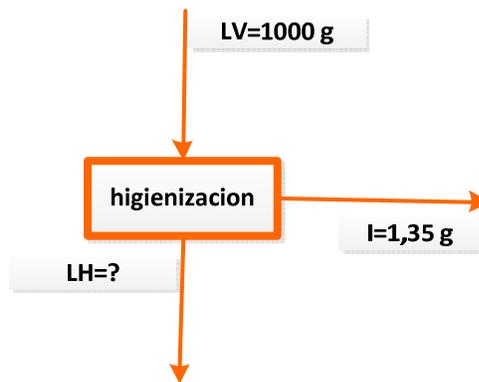
PZ=pulpa de zanahoria (g)

CV= colorante vegetal (g)

YPZES = yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia (g)

4.10.7 Balance de materia en la etapa de higienización

En la figura 4.14, se muestra el balance de materia en la etapa de higienización de la leche, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de 1000g de leche.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.14 balance de materia en la etapa de Higienización

Balance general de la materia en la etapa de Higienización

$$LV = I + LH$$

Ecuación: 4.10

Despejando LH de la ecuación 4.9:

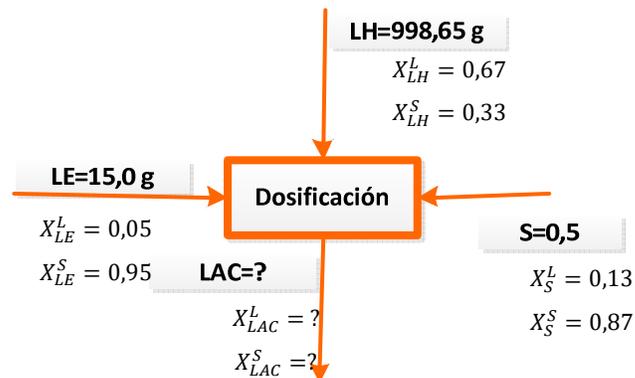
$$LH = I + LV$$

$$LH = 1000 - 1,35$$

$$LH = 998,65 \text{ g de leche higienizada}$$

4.10.8 Balance de materia en la etapa de acondicionato

En la figura 4.15, se muestra el balance de materia en la etapa de acondicionato de la leche, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de 998.95g de leche.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.15 balance de materia en la etapa de cocción

Balance general de la materia en la etapa de dosificación

$$LH + LE + S = LAC \quad \text{Ecuación: 4.12}$$

Despejando LAC de la ecuación 4.11:

$$LH + LE + S = LAC$$

$$LAC = 998,65 + 15,0 + 0,5 \Rightarrow LAC = 1014,15 \text{ g de leche acondicionamiento}$$

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de dosificación

$$LHX_{LH}^S + LEX_{LE}^S + SX_S^S = LACX_{LAC}^S \quad \text{Ecuación: 4.13}$$

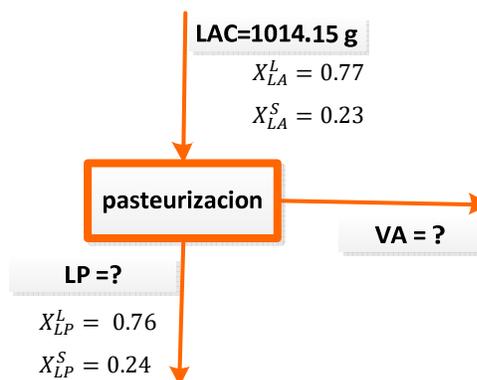
$$X_{LAC}^S = \frac{LHX_{LH}^S + LEX_{LE}^S + SX_S^S}{LAC}$$

$$X_{LAC}^S = \frac{(998,65 * 0,33) + (15 * 0,95) + (0,5 * 0,87)}{1014,15}$$

$$X_{LAC}^S = 0,34 \text{ solidos en la etapa acondicionando}$$

4.10.9 Balance de materia en la etapa de pasteurización

En la figura 4.16, se muestra el balance de materia en la etapa de pasteurización de la leche, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de 1014.15g de leche.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.14 balance de materia en la etapa de pasteurización

Balance general de la materia en la etapa de pasteurización

$$LAC = VA + LP \quad \text{Ecuación: 4.14}$$

Despejando VA de la ecuación 4.13:

$$LAC = VA + LP$$

$$VA = 1014,65 - 971,89$$

$$VA = 42,76 \text{ g de vapor}$$

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de pasteurización

$$LAC X_{LAC}^S = VAX_{VA}^S + LPX_{LP}^S \quad \text{Ecuación: 4.15}$$

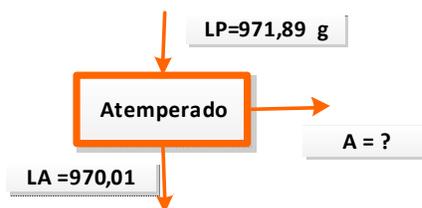
$$LAC X_{LAC}^S = VAX_{VA}^S + LPX_{LP}^S$$

$$LP = \frac{LAC X_{LAC}^S}{X_{LP}^S} = \frac{(1014,15) * 0,23}{0,24} \Rightarrow LP$$

$$= 971.89 \text{ g de leche pasteurizada}$$

4.10.10 Balance de materia en la etapa de atemperado

En la figura 4.17, se muestra el balance de materia en la etapa de atemperado de la leche, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad 971,89 g de leche pasteurizada



Balance general de la materia en la etapa de atemperado

$$LP = LA + A \quad \text{Ecuación: 4.16}$$

Despejando VA de la ecuación 4.13:

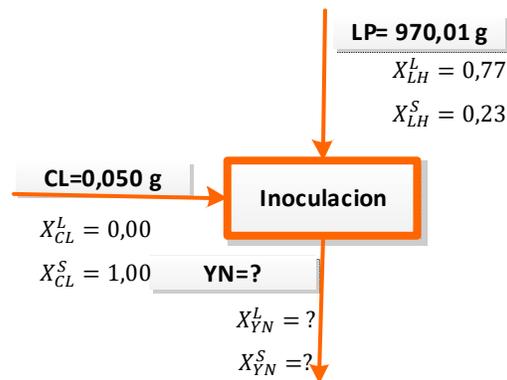
$$LAC = VA + LP$$

$$VA = 971,89 - 970,01$$

$$VA = 1,88 \text{ g de vapor}$$

4.10.11 Balance de materia en la etapa de inoculación

En la figura 4.17, se muestra el balance de materia en la etapa de inoculación de la leche, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de 970,01g de leche.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.17 balance de materia en la etapa de inoculación

Balance general de la materia en la etapa de inoculación

$$LP + CL = YN \quad \text{Ecuación: 4.17}$$

Despejando YN de la ecuación 4.14:

$$LP + CL = YN$$

$$YN = 970,01 + 0,05$$

$$YN = 970,06 \text{ g de yogurt natural}$$

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de inoculación

$$LPX_{LP}^S + CLX_{CL}^S = YNX_{LAC}^S \quad \text{Ecuación: 4.18}$$

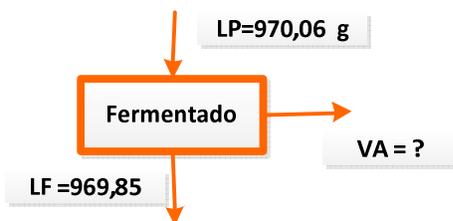
$$X_{YN}^S = \frac{LPX_{LP}^S + CLX_{CL}^S}{YN}$$

$$X_{YN}^S = \frac{(970,06 * 0,23) + (0,05 * 1,0)}{1014,15} \Rightarrow$$

$$X_{YN}^S = 0,22 \text{ solidos en la etapa inoculacion}$$

4.10.12 Balance de materia en la etapa de fermentado

en la figura 4.15 se muestra en balance de materia en la etapa de fermentado de la leche, en tal sentido se toma en cuenta la cantidad.



Balance general de la materia en la etapa de atemperado

$$LP = LF + VA$$

Ecuación: 4.19

Despejando VA de la ecuación 4.13:

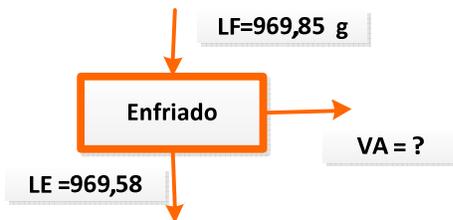
$$VA = LP - LF$$

$$VA = 970,06 - 969,85$$

$$VA = 0,21 \text{ g de vapor}$$

4.10.13 Balance de materia en la etapa de enfriado

En la figura 4.19, se muestra el balance de materia en la etapa de enfriado de la leche, en tal sentido se toma en cuenta la cantidad.



Balance general de la materia en la etapa de enfriado

$$LP = LF + VA$$

Ecuación: 4.20

Despejando VA de la ecuación 4.13:

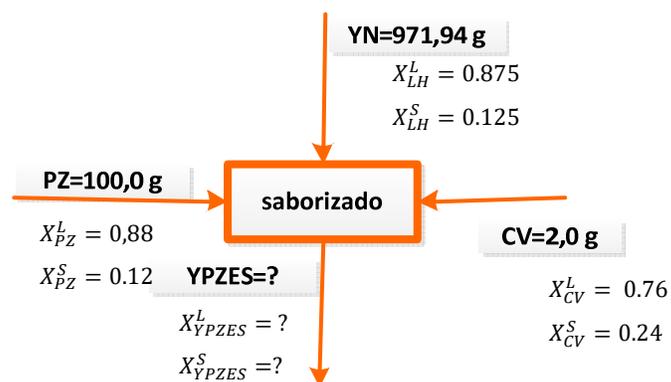
$$VA = LP - LF$$

$$VA = 969,85 - 969,58$$

$$VA = 0,27 \text{ g de vapor}$$

4.10.14 Balance de materia en la etapa de saborizado

En la figura 4.18, se muestra el balance de materia en la etapa de saborizado de la leche, en tal sentido se tomó en cuenta la cantidad de 971.94 de yogurt natural.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.18 balance de materia en la etapa de saborizado

Balance general de la materia en la etapa de saborizado

$$PZ + YN + CV = YPZES \quad \text{Ecuación: 4.21}$$

Despejando YPZES de la ecuación 4.16:

$$PZ + YN + C = YPZES$$

$$YPZES = 100,0 + 971,94 + 2,0$$

$YPZES = 1073,94$ g de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Balance parcial de materia en los sólidos en la etapa de saborizado

$$PZX_{PZ}^S + YNX_{YN}^S + CVX_C^S = YPZESX_{YPZES}^S \quad \text{Ecuación: 4.22}$$

$$X_{YPZES}^S = \frac{PZX_{PZ}^S + YNX_{YN}^S + CVX_C^S}{YPZES}$$

$$X_{YPZES}^S = \frac{(100,0 * 0,12) + (971,94 * 0,125) + (2,0 * 0,24)}{1073,94}$$

$$X_{LAC}^S = 0,22 \text{ solidos en la etapa saborizado}$$

4.10.15 Rendimiento del proceso de obtención del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

En la ecuación 4.20 se muestra el rendimiento del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

$$YPZES = \frac{YN}{YPZES} * 100 \% \quad \text{Ecuación: 4.23}$$

$$YPZES = \frac{971,94}{1073,94} * 100 \%$$

$$YPZES = 90,50 \%$$

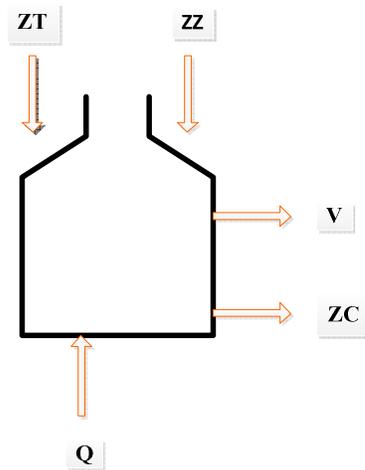
4.11 Balance de energía para el proceso de elaboración de pulpa de zanahoria

El balance de energía se basa en la ley de la conservación de energía que indica que, en un proceso, la energía no se crea, ni se destruye, solo se transforma (Ms. J. Rodríguez).

A continuación, se realiza el desarrollo del balance de energía en el proceso de elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.

4.11.1 Balance de energía para el proceso de elaboración de cocción de la pulpa de zanahoria

Balance de energía en la etapa de cocción



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.19 Balance de energía en la etapa de cocción

Dónde:

ZT=zanahoria triturada

ZZ=zumo de zanahoria

V=vapor

ZC=zanahoria cocida

Q=calor

m_{OLLA}=masa de la olla

Según (Barderas, 1994), para realizar el balance de energía, se toma en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad \text{Ecuación 4.23}$$

$$Q = Q_{\text{OLLA}} + Q_Z + (m_v * \lambda_v) \quad \text{Ecuación 4.24}$$

Para la calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utiliza la ecuación 4.21.

Donde $C_{p, \text{ olla}} = 0,122 \text{ kcal / kg}^\circ\text{C}$ (kurt, 2007),

Reemplazando en la ecuación 4.29

$$Q = 2,00 \text{ kg} * 0,122 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (121 - 17) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 25,37 \text{ Kcal para calentar la olla}$$

Según (torrejón 2014), para calcular la capacidad calorífica (C_p) se utiliza la siguiente ecuación.

$$C_p = \frac{P}{100} + 0,2 \left(\frac{P100 - P}{100} \right) \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \quad \text{Ecuación 4.25}$$

Dónde: P = contenido de agua en %

- calcular el calor específico de la zanahoria

$$P = 88,12 \%$$

$$C_p = \frac{88,12}{100} + 0,2 \left(\frac{P100 - 88,12}{100} \right)$$

$$C_p = 0,13 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C}$$

- calcular el calor específico para de la zanahoria

$$Q = 2,24 \text{ kg} * 0,13 \text{ kcal /kg}^\circ\text{C} * (121 - 17) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 30,98 \text{ Kcal calor requerido de la zanahoria}$$

Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 4.24, se tiene:

$$Q = Q_{\text{OLLA}} + Q_{\text{TC}} + Q_Z + (m * \lambda_{\text{ vapor}})$$

$$Q = 25,37 \text{ kg} + 30,98 \text{ kcal} + 5,24 \text{ kcal} + (1,65 \text{ kg} * 537,50 \text{ kcal/kg})$$

$$Q = 948,46 \text{ Kcal}$$

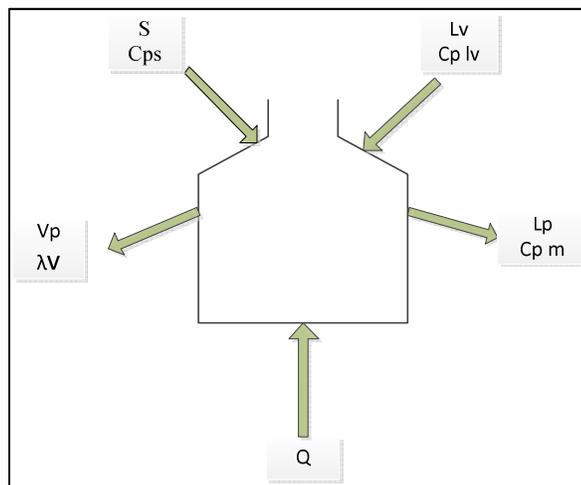
La cantidad total de calor para la cocción de la zanahoria triturado de 17 a 121°C es de 948,46 Kcal.

4.11.2 Balance de energía para el proceso de elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia

Para la realización del balance de energía en el proceso de elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia se toma en cuenta la etapa de pasteurización así mismo la etapa de calentamiento del agua utilizada en la fermentación.

4.11.3 Balance de energía para el proceso de elaboración de pasteurización

Balance de energía en la etapa de pasteurización



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.20 Etapa de pasteurización

Dónde:

LV = leche de vaca

LP=leche en polvo

S= stevia

VP=masa de agua evaporada

T_i =temperatura inicial

T_f =temperatura final

$\lambda = 537,5 \text{ Kcal/Kg}$

C_p =capacidad calorífica

Para calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utiliza la (ecuación 4.23)

Dónde: $C_{p_{olla}} = 0,122 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C}$ (kurt),

Reemplazando:

$$Q_{OLLA} = 0,1386 \text{ kg} * 0,122 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (85-15) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{OLLA} = 1,18 \text{ Kcal}$$

La cantidad de calor necesario para el frízer

Dónde: $C_{p_f} = 0,96 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C}$

$$Q_f = 0,76286 \text{ kg} * 0,96 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (80-2) ^\circ\text{C}$$

$$Q_f = 57,55 \text{ Kcal}$$

La cantidad de calor necesario para la batidora a inmersión

Dónde: $C_{p_{bi}} = 0,5 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C}$

$$Q_{bi} = 0,25 \text{ kg} * 0,5 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (78-12) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{bi} = 8,25 \text{ Kcal}$$

Según (Lewis 1996), para calcular la capacidad calorífica C_p de una mezcla se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$C_p = C_{p_{LV}} * X_{LV} + C_{p_{LE}} * X_{LE} + C_p X_S \quad \text{Ecuación 4.26}$$

➤ Calcular el valor de la leche de vaca, reemplazando la ecuación 4.23

$P = 91\%$ (CEANID, 2018)

$$Cp = \frac{91}{100} + 0,2 \left(\frac{P100 - 91}{100} \right)$$

$$Cp = 0,93 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C}$$

➤ Calcular el valor de la leche en polvo, reemplazando la ecuación 4.23
P= 2% (Vargas, 2016)

$$Cp = \frac{2}{100} + 0,2 \left(\frac{P100 - 2}{100} \right)$$

$$Cp = 0,216 \text{ Kcal / Kg }^\circ\text{C}$$

➤ Calcular el valor de la stevia, reemplazando la ecuación 4.23
P= 90 % (Castebol, 2015)

$$Cp = \frac{90}{100} + 0,2 \left(\frac{P100 - 90}{100} \right)$$

$$Cp = 0,92 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C}$$

Según (Barderas 1994), para calcular las fracciones (X_N) de cada componente de la mezcla, se utiliza la siguiente ecuación.

$$X_n = \frac{Mn}{Mm} \quad \text{Ecuación 4.27}$$

X_n = fracción del componente

Mn = masa del componente

Mm = masa de la muestra

Calculando las fracciones de cada componente, se tiene:

➤ Fracciones de masa de la leche de vaca

$$X_n = \frac{998,95}{1013,95}$$

$$X_n = 0,98$$

➤ Fracciones de masa de la leche en polvo

$$X_n = \frac{15}{1013,95}$$

$$X_n = 0,015$$

➤ Fracciones de masa de la stevia

$$X_n = \frac{0,5}{1013,95}$$

$$X_n = 0,005$$

Una vez calculado las fracciones de todos los componentes en la mezcla se pueden calcular C_p utilizando la ecuación 4.38.

$$C_p = 0,928 * 0,98 + 0,216 * 0,0005 + 0,92 * 0,015$$

$$C_p = 0,918 \text{ Kcal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando los valores encontradas en la ecuación 4.23

$$Q_{\text{MEZCLA}} = 1014,45 \text{ kcal} * 0,92 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (85-20) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{MEZCLA}} = 60664,11 \text{ Kcal}$$

Reemplazando en la ecuación 4.24

$$Q_2 = Q_{\text{OLLA}} + Q_M + (MV * \lambda_v)$$

$$Q_2 = 1,18 \text{ kcal} + 60664,11 \text{ kcal} + (0,069 \text{ kg} * 537,50 \text{ kcal/kg})$$

$$Q_2 = 60702,37 \text{ Kcal}$$

La cantidad de calor necesario para la pasteurización de la mezcla de 20°C a 85°C es de $60702,37 \text{ Kcal}$.

4.11.4 Cantidad de energía eléctrica requerida para la etapa de fermentación

Según (Barderas, 1994), calcular la cantidad de energía requerida para calentar el agua de 20°C a 45°C en la etapa de fermentación.

$$E = P * t$$

Ecuación 4.28

$$E = 960 \text{ Watt} * 3,5 \text{ h}$$

$$E = 3360 \text{ Watt} * \text{h}$$

$$E = 3,84 \text{ kcal}$$