

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias



TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE JARABE DE YACÓN
(*Smallanthus sonchifolius*) APLICADO COMO EDULCORANTE EN EL
YOGURT DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) PARA SU ACEPTABILIDAD
ORGANOLÉPTICA”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

LUZ MARLENY MACHUCA ABANTO.

ASESORA:

Ing. MSc.FANNY LUCILA RIMARACHÍN CHÁVEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica

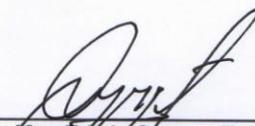


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los nueve días del mes de marzo del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 165-2021-FCA-UNC, de fecha 08 de junio del 2021**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE JARABE DE YACÓN (*Smilax sp.*) APLICADO COMO EDULCORANTE EN EL YOGURT DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) PARA SU ACEPTABILIDAD ORGANOLÉPTICA**", realizada por la Bachiller **LUZ MARLENY MACHUCA ABANTO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las once horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

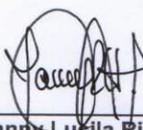
A las once horas y cincuenta y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
PRESIDENTE



Ing. M. Sc. José Gerardo Salhuana Granados
SECRETARIO



Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios por haberme guiado y dado la voluntad para seguir adelante permitiéndome alcanzar mis metas en mi formación profesional.

A mis padres María Isabel y José Francisco por su apoyo constante ayudándome a crecer como persona y a cumplir mis sueños. Enseñándome que con humildad, responsabilidad y perseverancia se logra alcanzar todo lo que uno se proponga en la vida.

A mis hermanas Rosa Maribel y Flor Soledad; por brindarme su apoyo y consejos para seguir adelante en cada paso de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y haberme permitido alcanzar un logro importante en mi vida y a mi familia por su apoyo incondicional.

A mis padres por sus consejos, ya que son personas admirables y trabajadoras, siendo un ejemplo a seguir en mi vida. Por los principios y valores inculcados, que me hicieron una persona de bien y por haberme guiado por el camino correcto.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, que me brindaron conocimientos para desarrollarme en el ámbito profesional.

Agradezco a mi asesora Fanny Lucila Rimarachín Chávez por su tiempo, orientación, conocimientos y sugerencias brindadas en todo el desarrollo de la ejecución de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema.....	6
1.3. Objetivos de la investigación	7
1.4. Hipótesis y variables.....	8
CAPÍTULO II	9
REVISIÓN LITERARIA.....	9
2.1. Antecedentes de la Investigación	9
2.2. Marco teórico.....	11
2.2.1. Yacón.....	11
2.2.2. Clasificación Taxonómica	12
2.2.3. Composición nutricional del yacón.	12
2.2.4. Jarabe.....	13
2.2.5. Edulcorante.....	14
2.2.6. Jarabe de yacón	16
2.7. Beneficios nutricionales del jarabe de yacón.	18
2.8. Requisitos.....	19
2.9. Zanahoria.....	20
2.10. Yogurt	22
2.11. Composición nutricional del yogurt.....	28

2.12. Características físicas del yogurt.....	28
2.13. Requisitos	29
2.14. Defectos del yogurt	30
2.15. Análisis fisicoquímico	30
2.16. Características físico-químicas.....	31
2.17. Características organolépticas.....	31
2.18. Funcionalidad de las materias primas e insumos en la elaboración de yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón	32
2.19. Evaluaciones fisicoquímicas.....	33
2.20. Envasado	34
2.21. Análisis organoléptico	34
2.22. Definición de términos básicos.....	38
CAPÍTULO III.....	42
MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	42
3.2. Materiales.....	42
3.2.1. Materia Prima.....	42
3.2.2. Insumos.	42
3.2.3. Materiales De Laboratorio.....	42
3.2.4. Materiales de Cocina.	42
3.2.5. Equipos de Laboratorio.	43
3.2.6. La investigación experimental seguirá el siguiente procedimiento	47
3.3.Métodos de Control.....	58
3.3.1. Análisis fisicoquímico de la leche	58
3.3.2 Análisis del Producto terminado	58
CAPÍTULO IV	62
RESULTADOS Y DISCUSIONES	62
4.1. Diferencia significativa:.....	62
4.2. Coeficiente de Variación (C.V).....	64
4.3. Resultados de las materias primas utilizadas en la elaboración del yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón	65
4.4. Análisis organoléptico	67
4.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el color.....	67

4.4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor	70
4.4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor.....	72
4.4.4. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura.....	74
4.4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general.....	76
4.5. Análisis fisicoquímico del Producto Final.....	78
4.5.1. Análisis de varianza ANOVA para el pH	78
4.5.2. Análisis de varianza ANOVA para los °Brix.....	82
4.5.3. Análisis de varianza ANOVA para la acidez	84
CAPÍTULO 5	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
5.1. Conclusiones	88
5.2. Recomendaciones	89
CAPÍTULO VI.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e indicadores en el desarrollo y optimización	8
Tabla 2. Valor nutricional del yacón	13
Tabla 3. Clasificación de edulcorantes	16
Tabla 4. Valor nutricional por cada 100 gramos de zanahoria	21
Tabla 5. Características Físicoquímicas de la zanahoria	21
Tabla 6. Características la composición química del zumo de zanahoria	22
Tabla 7. Composición química del zumo de zanahoria	22
Tabla 8. Composición nutricional del yogurt	28
Tabla 9. Requisitos físicoquímicos de tipos de yogurt	31
Tabla 10. Escala hedónica de cinco puntos	38
Tabla 11. Escala hedónica de Preferencia	38
Tabla 12. Tratamientos	59
Tabla 13. Composición de la formulación del jarabe de yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>) aplicado a un yogurt de zanahoria(<i>Daucus carota</i>)	60
Tabla 14: Hipótesis posibles	63
Tabla 15: Coeficiente de Variación	64
Tabla 16. Análisis físicoquímico del yacón y la zanahoria	65
Tabla 17. Análisis físicoquímico del extracto de la zanahoria	66
Tabla 18. Análisis físicoquímico de la leche	66
Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para el color	68
Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor	70
Tabla 21. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor	73
Tabla 22. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura	75
Tabla 23. Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general	77
Tabla 24. Análisis de varianza ANOVA para el pH	79
Tabla 25. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para el pH	80
Tabla 26. Análisis de varianza ANOVA para los °Brix	82
Tabla 27. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los °Brix	83
Tabla 28. Análisis de varianza ANOVA para la acidez	85
Tabla 29. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la acidez	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	11
Figura 2. Jarabe de yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	13
Figura 3. Edulcorantes naturales y artificiales	15
Figura 4. Zanahoria(<i>Daucus carota</i>)	20
Figura 5. Yogurt	25
Figura 6. Sabores percibidos en cada parte de la lengua	37
Figura 7. Termómetro. Marca Thermometer World	43
Figura 8. Refractómetro digital Atago	44
Figura 9. Balanza Analítica AS220-C2 marca RADWAG	44
Figura 10. Balanza marca Sartorius	45
Figura 11. pH_metro de mano profiliwe pH 3210/3310 marca Atago	45
Figura 12. Lactodensímetro Quevenne	46
Figura 13. Diagrama de flujo para obtener un jarabe de yacón	50
Figura 14. Diagrama de flujo para obtener el extracto de zanahoria	53
Figura 15. Diagrama de flujo para obtener el yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón	57
Figura 16. Puntaje del color de las muestras	68
Figura 17. Puntaje del olor de las muestras	71
Figura 18. Puntaje del sabor de las muestras	73
Figura 19. Puntaje de la textura de las muestras	75
Figura 20. Puntaje de la apariencia general	77
Figura 21. pH de la muestra 7	80
Figura 22. Datos promedio obtenidos en la evaluación fisicoquímica del pH para cada muestra	81
Figura 23. °Brix de la muestra 7	83
Figura 24. Datos promedio obtenidos en la evaluación fisicoquímica de los °Brix para cada muestra	84
Figura 25. Porcentaje acidez de la muestra 7	85
Figura 26: Datos promedio en la evaluación fisicoquímica de la acidez para cada muestra	86

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotos del Procedimiento para la Elaboración del Jarabe de Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	103
Anexo 2. Fotos del Procedimiento para la Elaboración del extracto de zanahoria(<i>Daucus carota</i>)	110
Anexo 3. Fotos del Procedimiento para la obtención de yogurt de zanahoria(<i>Daucus carota</i>) edulcorado con Jarabe de Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	118
Anexo 4. Análisis Físicoquímico	126
Anexo 5. Ficha para la Evaluación Organoléptica del yogurt de zanahoria(<i>Daucus carota</i>) edulcorado con Jarabe de Yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	131
Anexo 6. Evaluación Organoléptica del yogurt de zanahoria(<i>Daucus carota</i>) edulcorado con Jarabe de Yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	133

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo como objetivo principal determinar la concentración de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), aplicado como edulcorante en el yogurt de zanahoria (*Daucus carota*), para su aceptabilidad organoléptica. El yogurt de zanahoria, edulcorado con jarabe de yacón, se presentó en nueve muestras, con la finalidad de evaluar las características organolépticas de color, olor, sabor, textura y apariencia general, utilizando una escala hedónica de cinco puntos y se realizará el análisis fisicoquímico (pH, °Brix y acidez), cada tres días durante 21 días de almacenado en refrigeración las muestras. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con un nivel intervalo de confianza del 95% y la prueba de Tukey al 5% determinando que de las nueve muestras la M7 (70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptabilidad organoléptica en relación a los atributos de olor, sabor y textura; con un puntaje superior. Posteriormente se analizó los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del yogurt. El pH promedio de las muestras es de 4.354 con una disminución de 4,64 a 4,03. Los grados °Brix promedio de las muestras es de 15.548°Brix con un aumento de 16,2°Brix a 18,7°Brix y la acidez promedio de las muestras (expresada en porcentaje de ácido láctico), es de 0.975% con un aumento de 0,7% a 1,296% cumpliendo con la Norma Técnica Peruana 202.00 (2004) y la Norma Técnica Peruana 202.092 (2004) para la leche y productos lácteos.

Palabras Clave: Yacón, Zanahoria, Análisis organoléptico, Análisis Fisicoquímico, Yogurt.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the Fruit and Vegetable Laboratory of the Professional Academic School of Engineering in Food Industries of the National University of Cajamarca, its main objective was to determine the concentration of yacón syrup (*Smallanthus sonchifolius*), applied as sweetener in carrot yogurt (*Daucus carota*), for its organoleptic acceptability. Carrot yogurt, sweetened with yacon syrup, was presented in nine samples, with the purpose of evaluating the organoleptic characteristics of color, smell, flavor, texture and general appearance, using a hedonic scale of five points and the physicochemical analysis (pH, °Brix and acidity) will be carried out, every three days during 21 days of refrigerated storage of the samples. The results were subjected to an analysis of variance (ANOVA), with a confidence interval level of 95% and Tukey's test at 5%, determining that of the nine samples, M7 (70°Brix and 20% carrot), had greater organoleptic acceptability in relation to the attributes of smell, taste and texture; with a higher score. Subsequently, the results obtained from the physicochemical analysis of the yogurt were analyzed. The average pH of the samples is 4,354 with a decrease from 4.64 to 4.03. The average °Brix degrees of the samples is 15,548 °Brix with an increase of 16.2 °Brix to 18.7 °Brix and the average acidity of the samples (expressed as a percentage of lactic acid), is 0.975% with an increase from 0.7% to 1.296%, complying with the Peruvian Technical Standard 202.001(2004) and the Peruvian Technical Standard 202.092(2004) for milk and dairy products.

Keywords: Yacón, Carrot, Organoleptic Analysis, Physicochemical Analysis, Yogurt.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La alimentación humana, se ha interesado por una alimentación saludable, a base de componentes digeribles como carbohidratos, grasas y proteínas. En la década del 70 surge un interés por los componentes no digeribles, por la utilización de fibras alimenticias para prevenir la diabetes, colesterol y cáncer de colon.

El jarabe de yacón es un concentrado dulce que hace las veces de edulcorante, pero sin provocar los efectos negativos del azúcar. Su alto contenido de FOS hasta un 50%, permite que el jarabe de yacón sea utilizado por la industria alimenticia como un edulcorante bajo en calorías (Flores y Gonzáles, 2017).

Esto significa que, debido a su contenido de fructooligosacáridos, la cantidad de calorías es menor a comparación de otros edulcorantes como la miel de chancaca, miel de abeja, jarabe de arce y jarabe de maple. Por lo tanto, el jarabe de yacón puede sustituir a los edulcorantes caracterizándose por ser un producto con propiedades nutricionales.

Las propiedades del jarabe de yacón son las siguientes: el consumo de jarabe de yacón, es recomendado a personas que desean bajar de peso y con problemas de sobrepeso. El alto contenido de FOS, en el jarabe de yacón permite una mejor salud del tracto gastrointestinal, ayudando a reducir el riesgo de formación de caries en los dientes, previene y alivia problemas de estreñimiento que mejoraran la asimilación de calcio, ácido fólico, reduce el nivel de colesterol y triglicéridos en la sangre; reduce el riesgo de desarrollar cáncer de colon, fortaleciendo la respuesta del sistema inmunológico y estudios científicos han demostrado que el consumo de FOS, no eleva el nivel de glucosa en la sangre (Anderson *et al*, 1999).

Según estudios realizados por Mina (2016), elaboró un yogurt de fresa mediante diferentes porcentajes de sustitución (25%,50%,75% y 100%) de azúcar común por jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), concentrado a 64°Brix. Donde cada tratamiento se sometió a pruebas de degustación evaluando las características de color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad donde participaron 30 panelistas usando una escala hedónica de cinco puntos, donde se obtuvo como resultado que el mejor tratamiento T3

(Yogurt con 75% de sustitución de jarabe de jícama) a comparación de los demás tratamientos.

Según Oré (2008), menciona que la zanahoria, es una hortaliza de consumo masivo y de propiedades alimenticias, aportando minerales, vitaminas, carbohidratos y principalmente B-caroteno. El trabajo investigación tiene como finalidad darle a la zanahoria una alternativa de consumo en un yogurt, manteniendo las propiedades nutricionales y características organolépticas a fin de satisfacer al consumidor.

En esta investigación se analizará la concentración adecuada de jarabe de yacón de las concentraciones: 60°Brix, 65°Brix y 70°Brix, aplicado en un yogurt de zanahoria para ser analizado y obtener como resultado el que tenga mayor aceptación organoléptica en las personas. En la elaboración de un yogurt elaborado a base de zanahoria con concentraciones de extracto : 20% ,25% y 30% . Se evaluó la incidencia del porcentaje de zanahoria y edulcorante de jarabe de yacón, que influyen en las características fisicoquímicas y organolépticas, que tenga un impacto en los consumidores no solo por ser un producto natural, sino por ser sus beneficios nutricionales.

I. El Problema

1.1. Planteamiento del problema

Debido a la preferencia de las personas a un mayor consumo de alimentos, que concentren niveles altos de azúcares refinados y grasas teniendo como consecuencia mayor predisposición a padecer obesidad. Además el consumo elevado de azúcar ha producido, un aumento excesivo de la glucosa en la sangre, lo que ocasiona el aumento de la liberación de la insulina, permitiendo la utilización de la glucosa por parte de los tejidos. Este proceso se ha relacionado con efectos perjudiciales en el organismo, lo que desencadena la aparición de diabetes (Rioja, 2019). Es por esto, que se debe utilizar edulcorantes naturales, como el jarabe de yacón el cual se debe incluir en nuestra dieta para evitar enfermedades que puedan perjudicar nuestra salud.

La calidad nutricional de las raíces es muy importante para el rendimiento. El color de las raíces causado por diversos pigmentos, es una de las principales características que determinan la calidad. Las zanahorias naranjas contienen pigmentos carotenoides y Bcaroteno que funcionan como antioxidantes y además son precursores de la vitamina A(retinol). Los minerales presentes en la zanahoria destaca por el aporte de potasio y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio. Es uno de los recursos terapéuticos más valiosos en el tratamiento de muchas enfermedades. Por lo tanto cuando más intensa es la coloración naranja, mayor contenido de carotenos tiene la raíz (Gaviola, 2013).

Según Benítez *et al*, (2011). Evaluaron yogures con una cantidad de fibra de zanahoria de 15% y 25% con omega 3 mediante la adición de nueces utilizando tres tipos de leche: entera, desnatada y sin lactosa como endulzantes la sacarosa y jarabe de fructosa obteniendo como resultado que los yogures que presentan un color más vivo son los elaborados con 25% de zanahoria y los que presentan un color más apagado y claro fueron los yogures preparados con leche entera y 15% de zanahoria. En la industria alimentaria se utiliza la zanahoria especialmente en yogures para dar firmeza, color y una buena apariencia general.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) , en los últimos treinta años la obesidad se ha duplicado a nivel mundial, aproximadamente 41 millones de niños menores de cinco años tienen sobrepeso u obesidad, el 39% de la población adulta tienen sobrepeso y 13% es obesa en los países con ingresos altos, medianos y bajos sobre todo

en la zona urbana. Se estima que para el año 2025, la prevalencia de la obesidad será del 18% en los hombres y del 21% en mujeres adultas a nivel mundial. La obesidad, es un problema de salud pública a nivel mundial, que ha mostrado una tendencia creciente en la población general, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas, como la diabetes *mellitus* tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y algunos tipos de cáncer como colorrectal y de mama; afectando la calidad de vida e incrementando la muerte prematura. Además afecta económicamente en el Sistema de Salud debido al elevado costo por tratamiento y atención especializada (Tarqui y Espinoza, 2017).

El sobrepeso y la obesidad, implican un enorme problema de salud pública en el Perú y en el mundo. Representan un problema que ha tenido un acelerado crecimiento en las últimas décadas, particularmente en los grupos de menor edad y esta relacionado con cambios en las condiciones de vida en la población. El enorme crecimiento del mercado y consumo de productos ultraprocesados que sustituyen a los alimentos naturales y mínimamente procesados en la dieta de las personas (Malo *et al*, 2017).

La obesidad, en los más jóvenes sigue aumentando en todo el mundo, incluyendo a México que se encuentra entre los diez países con mayor número de personas obesas (Shamah, 2016). El estudio del Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), mencionó en el año 2015, que los costos en salud y productividad de la diabetes mellitus tipo 2 asociada con el sobrepeso y la obesidad ascienden a más 85 mil millones de pesos anuales (Shamah, 2016).

La prevalencia nacional de sobrepeso fue de 40.5% y de obesidad 19.7% con un total de 60.2% de población adulta con exceso de peso en los departamentos de Tacna e Ica. Los departamentos con mayor prevalencia de exceso de peso fueron Tacna (73.8%) e Ica (72.2%). Los departamentos con mayor prevalencia de obesidad fueron Lambayeque, Ica y Lima (Pajuelo *et al*, 2019). Según la OMS, la diabetes será la séptima causa de mortalidad en el año 2030.

En la prevalencia de sobrepeso, obesidad los departamentos más afectados fueron Tacna (73,8%), Ica (72.2%), Madre de Dios (69,5%), Lima (68.8%) y San Martín (68.5%). Sin embargo los departamentos presentaron menos prevalencias fueron Huancavelica (40,2%), Huánuco (42.1%), Ayacucho (44.1%), Cajamarca (44,4%) y Apurímac (45,8%) (Pajuelo *et al*, 2019).

Según el informe, que realizó el Estudio Latinoamericano de Nutrición y Salud (ELANS), cuyos resultados fueron publicados en la revista científica *Nutrients* de países como Brazil, Argentina, Colombia, Chile, Costa Rica, Venezuela y Perú duplicaron el consumo de azúcar. El nivel recomendado por la OMS, es de 50 gramos diarios. Por este motivo la industria de alimentos y bebidas está reemplazando de forma creciente, el azúcar por endulzantes sintéticos no calóricos.

El crecimiento del consumo de los sustitutos del azúcar durante los últimos años triplica al del azúcar. Es por esto con el presente trabajo de investigación se pretende priorizar el uso de fuentes naturales en la alimentación promoviendo hábitos alimentarios saludables y cubriendo parte de los requerimientos de la fibra y micronutrientes a partir de la obtención y utilización de edulcorantes como el jarabe de yacón.

En la actualidad los edulcorantes, han ganado espacio como herramienta genérica que se puede utilizar en la alimentación diaria como en las dietas para regímenes especiales, ya que, proporciona el sabor dulce como el azúcar. Por lo tanto, no lleva ningún aporte calórico ni genera un incremento del índice glucémico. Los edulcorantes, ayudan a la reducción de calorías y pueden ser utilizados como aditivos que permitan producir alimentos y bebidas con menor cantidad de azúcar añadido. Por lo tanto un valor calórico más bajo o inexistente (Padilla *et al*, 2020). Los edulcorantes, por sí solos no implicarían ningún beneficio, sino se combinan con alimentos y bebidas que impliquen una reducción de azúcar y calorías de forma de global en la alimentación diaria.

Por lo tanto, los edulcorantes se emplean para reemplazar totalmente o parcialmente el azúcar, posee un poder edulcorante entre 30 y 300 veces mayor que la sacarosa, dependiendo del tipo de edulcorante bajo o sin calorías. Esta intensidad del poder endulzante no es por la concentración utilizada, sino por la afinidad de las papilas gustativas. Asimismo juega un papel en el dulzor de los alimentos y bebidas, permitiendo disfrutar del placer de estos. Además posibilitando ser un instrumento que contribuye al control del peso corporal y la glucemia por reducción de eliminación del azúcar, sin olvidar que son aditivos incorporados a la composición de los alimentos, dependerá de los contenidos de azúcares, grasas ,grasas saturadas y energía en la dieta global (Padilla *et al*, 2020).

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad dar a conocer la importancia de los beneficios del jarabe de yacón en nuestra alimentación aplicado a un yogurt de

zanahoria , y de qué manera debemos consumirlo en un yogurt de zanahoria debido a que la zanahoria es un alimento excelente desde el punto de vista nutricional gracias a su contenido de vitaminas y minerales destacando por sus propiedades benéficas para el ser humano como vitaminas, minerales que actúan sobre el organismo previniendo enfermedades cardiovasculares gracias a su acción antioxidante; así como los beneficios para el sistema digestivo e inmunológico, ya que es beneficioso para obtener una mejor vista y regular el desarrollo de la piel y de los huesos (Salas, 2021).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la concentración de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) aplicado como edulcorante en el yogurt de zanahoria (*Daucus carota*) para su aceptabilidad organoléptica?

Justificación de la investigación

El jarabe de yacón, es un producto nutracéutico de control del azúcar en nuestro organismo y edulcorante alternativo que ayuda a personas con diabetes (Vilcarromero, 2017). Existe un alto índice de personas con obesidad y de personas que padecen de diabetes en el mundo incrementándose de manera constante. La demanda por productos alternativos al azúcar está creciendo; dando importancia al jarabe de yacón en los mercados internacionales (Vilcarromero, 2017).

El consumo mundial de productos elaborados naturalmente como el jarabe de yacón es cada vez mayor. El potencial en el segmento de alimentos funcionales es grande. La concentración de jarabe de yacón produce efecto en la aceptabilidad organoléptica de los productos alimenticios (Flores y Gonzáles, 2017). Lo cual quiere decir que a mayor concentración de jarabe de yacón mejor aceptación de los productos edulcorados con jarabe de yacón.

Para la elaboración del jarabe, consiste en extraer el jugo de las raíces y elevar la concentración de los azúcares de las mismas hasta alcanzar valores de 73°Brix. Dado que, la concentración de azúcares en las raíces de yacón; esta por lo general entre 8°Brix y 12°Brix, evaporándose bastante agua para alcanzar la concentración final de azúcares que requiere el jarabe. Durante las operaciones de corte y pelado de los tejidos vegetales se provoca la descompartimentación celular. La polifenoxidasas (PPO), cataliza la oxidación de fenoles a quinonas, en un proceso conocido como oxidación enzimática. La

composición nutricional del zumo varía mucho, dependiendo del cultivo de yacón usado como materia prima y del tiempo de postcosecha de las raíces (Muñoz, 2010).

Para evitar el pardeamiento hay dos opciones: La primera consiste en aplicar un tratamiento térmico al jugo que recién se extrae que debe ser superior a 60°C con la finalidad de desactivar las enzimas polifenoxidasas. La otra opción, es recibir el jugo en un recipiente con una solución antioxidante. Los mejores resultados se han obtenido cuando se emplea ácido ascórbico (0.15 g por cada kg de raíz de yacón). Luego se filtra, se concentra y el pre-jarabe (50°Brix a 60°Brix), se termina de concentrar en jarabe (72°Brix a 73°Brix) en recipientes sencillos (Muñoz, 2010). En la elaboración del jarabe de yacón se utilizaron equipos como el extractor de jugos, cocina semiindustrial, balanza, termómetro, potenciómetro, refractómetro (Muñoz, 2010). El jarabe no solo se debe utilizar en yogurt de zanahoria sino también en jugos, infusiones, etc

En la presente investigación se realizó tres concentraciones de jarabe de yacón (60°Brix, 65°Brix y 70°Brix) para ser aplicado en un yogurt de zanahoria con tres concentraciones de extracto de zanahoria (20%, 25% y 30%). Sin embargo para evitar el pardeamiento enzimático se empleó ácido ascórbico (0.15 g por cada kg de raíz de yacón). Para determinar la concentración aceptable, se realizó mediante una prueba hedónica de aceptabilidad organoléptica, disponiendo de infraestructura adecuada, instrumentos y personal calificado.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Determinar la concentración de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) aplicado como edulcorante en el yogurt de zanahoria (*Daucus carota*) para su aceptabilidad organoléptica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de extracto de zanahoria(*Daucus carota*) para lograr la aceptabilidad del producto.
- Determinar la concentración de jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*) para elaborar un yogurt de zanahoria(*Daucus carota*) aceptable.
- Determinar las características fisicoquímicas del yogurt de zanahoria(*Daucus carota*) edulcorado con jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*).

1.4.Hipótesis y variables

1.4.1.Hipótesis alternativa:

- La concentración de jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*) aplicado como edulcorante en el yogurt de zanahoria(*Daucus carota*) produce efecto significativo en su aceptabilidad organoléptica.

1.4.2.Hipótesis nula:

- La concentración de jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*) aplicado como edulcorante en el yogurt de zanahoria(*Daucus carota*) no produce efecto significativo en su aceptabilidad organoléptica.

1.4.3.Variables:

Como se observa en la tabla 1, se determinaron dos tipos de variables: independientes y dependientes

Tabla 1. Variables e indicadores en el desarrollo y optimización

Tipo	Variables	Indicador
Independiente	-Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	mililitros
	-Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	gramos
Dependiente	-Aceptabilidad organoléptica del yogurt	Porcentaje de aceptación
		pH
	-Características fisicoquímicas	°Brix Acidez

CAPÍTULO II

REVISIÓN LITERARIA

2.1. Antecedentes de la Investigación

Benítez *et al*, (2011), realizaron yogures con una cantidad de fibra de zanahoria utilizando tres tipos de leche: entera, desnatada y sin lactosa como endulzantes: la sacarosa y jarabe de fructosa añadiéndole zanahoria en diferentes concentraciones porcentuales (15% y 25%), omega 3 mediante la adición de nueces. Llegando a la conclusión que todas las formulaciones que se analizaron son adecuadas para lograr una aceptación organoléptica para los consumidores, aunque los consumidores tengan una preferencia por los yogures edulcorados con sacarosa. Los yogures que tuvieron una mayor aceptación fueron los elaborados con 25% de zanahoria. Esta información me sirve como referencia de que cantidad de concentración de zanahoria es la más aceptable organolépticamente por los consumidores para aplicarlo en un yogurt de zanahoria

Chuquizuta y Gongora (2014), realizaron un estudio de la Influencia de la concentración del extracto de beterraga (*Beta vulgaris*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en la elaboración de una bebida nutraceútica aromatizada con menta (*Mentha piperita*). Llegando a la conclusión que las concentraciones de extracto de beterraga y jarabe de yacón influyen en las propiedades fisicoquímicas, características organolépticas y contenido nutricional permitiendo lograr una bebida nutraceútica con propiedades fisicoquímicas y con características organolépticas logrando conservarse durante un periodo de 90 días y sería apto para consumo humano. Esta información me sirve en mi investigación de que cantidad de concentración de jarabe de yacón influyen en las propiedades fisicoquímicas, características organolépticas y el contenido nutricional permitiendo lograr una bebida nutraceútica.

Osorio (2018), realizó una investigación de “Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos”, donde hace un análisis de los panelistas que los considera como un instrumento que puede medirse, ser variable en función del tiempo, variables entre si y son propensos al sesgo. Llegando a la conclusión que los resultados que se obtuvieron en las en los cromatogramas pueden ser detectadas por los panelistas existiendo diferentes métodos y herramientas que permiten mejorar los análisis organolépticos como los

software y los dispositivos electrónicos que permiten disminuir el tiempo de análisis, diseño experimental y eliminar errores del traslado de la información. Esta información me sirve en mi investigación para hacer un análisis de los resultados obtenidos de los panelistas, no solo para lograr resultados más eficientes sino utilizando dispositivos electrónicos con la finalidad de corroborar los resultados organolépticos.

Flores y Gonzáles (2017), investigaron el efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratado determinando los °Brix, acidez titulable y pH del yacón. Su composición química para la elaboración del yacón osmodeshidratado, las rodajas fueron sometidas a tres niveles de concentración de jarabe de yacón: 1(55°Brix), 2(60°Brix) y 3(65°Brix) y 3 niveles de tiempo de inmersión 1 (8 horas), 2(10 horas) y 3(12 horas) teniendo un total de nueve tratamientos. Luego cada uno de estos tratamientos fueron sometidos a un proceso de secado en estufa 60°C por 8 horas. Se realizó el análisis organoléptico con panelistas mediante el método de escala hedónica de 5 puntos. Los resultados de la evaluación organoléptica fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba de tukey al 5% presentando como mejor tratamiento la concentración de jarabe – tiempo de inmersión 33 (65°Brix – 12 horas) con 47,5 °Brix; 0,402% de acidez titulable; 6 de pH; 8% de humedad, 0,58% proteína; 0,55% de grasa; 0,53% de fibra. En conclusión, el efecto de la concentración del jarabe y tiempo de inmersión, es que a mayor concentración y mayor tiempo, mejor aceptación de las rodajas del yacón osmodeshidratadas.

Según estudios realizados por Mina (2016), elaboró un yogurt de fresa mediante diferentes porcentajes de sustitución (25%, 50%, 75% y 100%) de azúcar común por jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) concentrado a 64°Brix, obteniendo como resultados que el tratamiento T3(75% de jarabe de Jícama) y T2(50 % de jarabe de Jícama) tuvo mayor aceptabilidad y menor aceptabilidad el tratamiento T1(0 % de jarabe de Jícama) en el yogurt de fresa.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Yacón

Valderrama y Seminario (2003), menciona que el yacón, es una raíz nativa que se siembra en las regiones andinas, se consume como fruta fresca, tiene una gran cantidad de agua. El mineral que se encuentra en mayor proporción es el potasio y en menores cantidades se encuentra el calcio, fósforo, hierro, sodio y magnesio.

Noborikawa (2016), menciona que el yacón es originario de los Andes Peruanos, cultivándose en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Pasco y Puno. Siembra en otros países como Brasil, Bolivia, Argentina, Ecuador y Japón, etc. La característica principal de este tubérculo radica en su principio activo: los fructooligosacáridos (FOS), siendo un tipo de azúcar que no es metabolizado por el cuerpo humano.

Se pueden encontrar los siguientes ecotipos de yacón: rosado, blanco, amarillo (crema), moteado (jaspeado). De estos tipos el óptimo para exportación es el yacón amarillo por su alto contenido de oligofruktanos y además por ser el más liso. El rendimiento del jarabe de yacón es de 14Kg a 1Kg; es decir que por cada 14 kilos de yacón fresco nos da 1 kilo de jarabe de yacón.

Actualmente, el yacón se siembra en todos los departamentos del Perú, con fines de comerciales; sin embargo, se cultiva solo para autoconsumo o comercialización en ferias campesinas rurales y debido a la demanda por el yacón, ya que ha ganado popularidad como un alimento que es bueno para prevenir la diabetes y bajar de peso.



Figura 1. Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

2.2.2. Clasificación Taxonómica

Buthler y Rivera (2004), menciona que el yacón tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: Smallanthus

Especie: Smallanthus sonchifolius

N. Comercial: Yacón

2.2.3. Composición nutricional del yacón.

Hermann *et al*, (1999), menciona que el yacón, está compuesto del 85% al 95% de agua en comparación de otras raíces comestibles. El yacón acumula carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) y azúcares libres como la fructosa, glucosa y sacarosa. La proporción de azúcar varía mucho en base seca: Fructooligosacáridos de 40% a 70%, sacarosa 5% a 15%, fructosa 5% a 15% y glucosa menos del 5%.

En la tabla 2, se observa la composición química del yacón, donde se puede apreciar que el mineral más abundante, es el potasio en promedio 230 mg/100 g de materia fresca comestible. En menores cantidades se encuentra el fósforo, magnesio, sodio, calcio y hierro.

Tabla 2. Valor nutricional del yacón

Componentes	100 gramos de yacón
Energía	54 Kcal
Agua	86.6 g
Proteína	0.3 g
Grasa	0.3 g
Carbohidratos	12.5 g
Potasio	230mg
Calcio	23 mg
Fosforo	21 mg
Hierro	0.3mg
Riboflavina	0.11 mg
Niacina	0.34mg

Fuente: Galindo y Paredes (2002). Universidad Católica de Santa María.

2.2.4. Jarabe

Según FAO (2004), menciona que el jarabe es el producto preparado con fruta entera, pulpa, zumo, puré o cáscara mezclados con productos alimentarios con azúcares o edulcorantes como la miel, con o sin la adición del agua elaborados hasta adquirir una consistencia gelatinosa semisólida adecuada .



Figura 2. Jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*)

2.2.4.1. Tipos de jarabes

Según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y nutrición (Aesan, 2010), menciona que los jarabes se clasifican de acuerdo a su proceso de elaboración para obtener el producto final se clasifican en:

a) Jarabes simples

Son aquellos que se elaboran con azúcar y agua. Para obtener un jarabe puro se disolverá el azúcar en la proporción de una parte de agua y dos de azúcar. Se debería utilizar agua destilada para obtener un jarabe más limpio y menos viscoso.

- **Jarabe de esencia o de aroma:** Es el jarabe simple al que se le añaden aromas o esencias naturales y aditivos autorizados, aunque lleven añadido zumos sino llega a la proporción mínima.
- **Jarabe de fantasía o imitación:** Es el jarabe simple, elaborado con aditivos autorizados y agentes aromáticos artificiales.

b) Jarabes compuestos:

Son aquellos, que están constituidos por el jugo de la fruta o la infusión de hierbas. Los jarabes de calidad son aquellos elaborados con una cantidad de jugos de frutas, conservándolos en envases herméticos tapados y guardados a temperatura baja.

➤ **Jarabe de zumo y/o disgregados de frutos y tubérculos**

Son los jarabes que contengan zumos que sean naturales, conservados y concentrados en proporciones mínimas.

➤ **Jarabe de frutas cítricas**

Los jarabes de frutas cítricas, preparados de manera casera no deberían conservarse de una a dos meses debido a una alteración del color y sabor. Son adecuados para personas cuya dieta no se les permita consumir todo tipo de colorante y saborizantes artificiales pudiendo consumirse por niños como por adultos.

2.2.5. Edulcorante

García y Garcia (2013), menciona que un edulcorante, es un aditivo alimentario, que es capaz de mimetizar el efecto dulce del azúcar y que, habitualmente, aporta menor energía que otros edulcorantes. Algunos de ellos, son extractos naturales mientras que otros son sintéticos, en este último caso se denominan edulcorantes artificiales. Los edulcorantes se caracterizan por presentar diversas propiedades físicas y químicas que se observa en la aplicación en los alimentos, tiene como objetivo disminuir la cantidad de calorías en la dieta, bajar de peso y prevenir enfermedades como la diabetes o la caries dental (Midmore y Rank, 2010).

El edulcorante, se mide subjetivamente teniendo como indicador a la sacarosa a la que se le da un valor arbitrario de 1 o 100. Debido a los estudios realizados la dulzura del edulcorante varía debido a la temperatura, concentración y presencia de compuestos que influyen en el producto. En mi investigación, me sirven para obtener un producto de calidad y que cumpla con las características deseadas.

Los edulcorantes, tienen gran importancia en la alimentación debido a que no solo se emplean con la finalidad de endulzar, sino como compuestos beneficiosos para la salud y para el tratamiento de enfermedades como la hiperglicemia.



Figura 3. Edulcorantes naturales y artificiales

2.2.5.1. Clasificación de edulcorantes:

Según García y Garcia (2013), indica que existen 2 categorías básicas de edulcorantes: los edulcorantes nutritivos y edulcorantes no nutritivos debido a su aporte energético. Pero se los puede clasificar según su procedencia en naturales y artificiales.

a) Los edulcorantes nutritivos: Se encuentran en alguna planta o fruto como glucosa, fructosa, sorbitol, osladina, phylloducina, et. En comparación de los edulcorantes artificiales tienen como finalidad dar un mayor dulzor a los alimentos encontrándose aspartame, acelsufamo de potasio, etc. Se utiliza en gelatinas, aderezos, etc. Se caracterizan por proveer energía a 4 calorías por gramo de los carbohidratos en los alimentos; pero, los FOS, por ser un tipo particular de carbohidratos, tienen tan sólo entre 1 y 1.5 kcal/g. Según lo que menciona Roberfroid (1999), debido de en la mayoría de laboratorios no tienen implementado un método específico para cuantificar FOS y distinguirlos del resto

de carbohidratos. Esto conlleva a sobreestimaciones en el valor calórico real del jarabe de yacón.

Habitualmente se encuentran el jarabe de maíz de alta fructuosa, la glucosa, la dextrosa, en los alcoholes de sacarosa como el manitol, sorbitol, isomaltitol y los hidrolizados de almidón hidrogenados.

b)Edulcorantes no nutritivos y artificiales: Presentan un alto poder edulcorante, y tienen cero calorías. Se encuentran: ciclamato de sodio, acelsufamo de sodio, sucralosa y la sacarina de sodio. Entre sus atributos: seguridad, aceptación sensorial y estar al alcance de los consumidores. El objetivo, es mejorar el sabor dulce del producto (Reyes, 2016).

La diferencia que existe entre los edulcorantes nutritivos y no nutritivos no solo debido a la cantidad de calorías que proporcionan al cuerpo humano sino a la cantidad de edulcorante que se necesitará en la elaboración de un producto alimenticio.

Tabla 3. Clasificación de edulcorantes

Calóricos	Naturales	Azúcares	Sacarosa, maltosa, lactosa, glucosa,dextrosa, tagatosa, sucromalat *
		Edulcorantes naturales	Jarabe de arce, jarabe de sorgo,azúcar de palma, miel
		calóricos	
Acalóricos	Artificiales	Azúcares modificados	Caramelo, azúcar invertido y jarabe de maíz de alta fructosa.
		Alcoholes del azúcar	Manitol, xilitol, glycerol, isomaltulosa, eritritol maltitol, sorbitol, manitol.
	Naturales	Edulcorantes naturales sin calorías	Stevia, traumatina, pentadina, Luo Gan duo, monelina, brazzeína
	Artificiales	Edulcorantes naturales	Aspartamo, sacarina, ciclamato, alitamo, advantamo, sucralosa, neotamo, acesulfamo de potasio, neohesperidina DC.

Fuente: Midmore y Rank (2010)

2.2.6.Jarabe de yacón

Existen diferentes conceptos del jarabe de yacón como:

Según Mallqui (2011), menciona que es un concentrado denso y dulce que se obtiene al evaporar el suficiente jugo de tal manera que la concentración de sólidos solubles llegue

a los 70°Brix. En el proceso de elaboración se debe realizar los filtrados necesarios con la finalidad de eliminar los sólidos insolubles en el jarabe y obtener un producto de mejor calidad.

También el jarabe de yacón para Bautista *et al*, (2007), menciona que es un producto natural y novedoso, con un gran contenido de fructooligosacáridos que se obtiene del zumo de raíces, rico en inulina. Por lo tanto, es considerado uno de los mejores prebióticos y fibras naturales.

Además, el jarabe de yacón para Manrique (2005), menciona que es un concentrado dulce que hace las veces de edulcorante, pero sin provocar los efectos negativos del azúcar. Su alto contenido de FOS hasta un 50%, permite que el jarabe de yacón sea utilizado por la industria alimenticia como un edulcorante bajo en calorías.

Según los reportes y estudios realizados el jarabe de yacón promueve y permite tener una mejor salud, ya que estimula la formación de bacterias como bifidobacterias que regulan a otras bacterias que se encargan de la putrefacción de los residuos acumulados en el intestino grueso. El jarabe de yacón se obtiene de la concentración del zumo de las raíces de yacón. Tiene un alto contenido de fibra, cuya característica principal es endulzar alimentos y bebidas.

Según Hermann *et al*, (2003), “Jarabe de yacón: Principios y procesamiento”, desarrolla el estudio del jarabe de yacón obteniendo como resultados después de evaluar la aceptación del jarabe de yacón donde los que realizarán la degustación fueron las amas de casa demostrando que la aceptación del jarabe es alta. El jarabe de yacón se debe considerar los siguientes parámetros: Concentración de sólidos solubles, igual a $73 \pm 1^\circ$ Brix, densidad, igual a 1.350 g/ml y pH, entre 4.2 y 5.8. Según investigaciones para obtener un jarabe de buena calidad se debe concentrar los sólidos solubles desde 60°Brix hasta un valor 70°Brix.

Según Hermann *et al*, (2003), para obtener un Kilogramo de jarabe de yacón varía generalmente entre 7% y 10%. Se utilizará de 10 kilogramos y 15 kilogramos de raíces lavadas. Lo cual quiere decir; que la materia prima, es el componente más importante que afecta la eficiencia de conversión en jarabe teniendo un mayor rendimiento, al procesar raíces grandes y uniformes, fáciles de pelar garantizando una menor pérdida de materia prima durante el pelado.

Es recomendable evitar que el pH baje menos de 4 para impedir que los fosfoligosacáridos (FOS), se conviertan en azúcares simples durante el almacenamiento del jarabe de yacón.

2.6.1. Propiedades del jarabe de yacón

Anderson *et al*, (1999). Debido a los estudios científicos realizados de las propiedades del yacón menciona las propiedades y atributos del yacón:

- a) Reduce la contribución calórica al organismo humano hasta un 40% a 50% menos calorías de la miel de abejas, siendo recomendado para personas que desean bajar de peso y para personas que padecen de sobrepeso y obesidad.
- b) Alto contenido de FOS en el jarabe de yacón asegurando una mejor salud del tracto gastrointestinal, es decir que estimulan la proliferación del grupo de bacterias del colon, que han sido asociadas con varios procesos fisiológicos para mejorar la salud del organismo.
- c) Las bacterias formadoras de caries dentales, son incapaces de metabolizar el FOS, es por ello que el consumo del jarabe de yacón en comparación de la mayoría de edulcorantes ayuda a reducir el riesgo de formación de caries de los dientes.
- d) Los Fructooligosacáridos, tienen un comportamiento de fibra soluble que ayuda a prevenir y aliviar problemas de estreñimiento.
- e) El efecto real de los FOS, en la salud humana existiendo mayores indicios que su consumo es bueno para mejorar la asimilación del calcio, vitaminas del complejo B, ácido fólico, reduce el nivel de triglicéridos en la sangre, reduce el riesgo de desarrollar cáncer de colon y fortalece la respuesta del sistema inmunológico.
- f) Algunos estudios científicos han demostrado que el consumo FOS, no eleva el nivel glucosa, el cual se ha demostrado en personas que sufren de diabetes tipo 2 (Alles *et al*, 1999).
- g) El jarabe de yacón, es un alimento nutracéutico debido a que genera un efecto favorable en la salud del consumidor.

2.7. Beneficios nutricionales del jarabe de yacón.

El jarabe de yacón, se consume directamente como complemento de otros alimentos y bebidas como ensaladas, frutas, yogurt, etc. Se recomienda consumir una dosis máxima de 40 g/día sin contraindicaciones asociado al consumo del FOS. Según estudio clínico que fue realizado en el Perú, en la medición del nivel glucosa de la sangre después de haber ingerido jarabe de yacón en personas diabéticas tipo 2 fue baja. Lo que quiere decir

que el jarabe de yacón, debe ser consumido por diabéticos tipo 2, debido a que su consumo tiene un efecto significativo en la disminución de la glucosa en la sangre. Se debería hacer estudios del consumo de jarabe de yacón por periodos largos (Hermann *et al*, 2003).

La ingesta diaria de jarabe de yacón disminuye el peso corporal e índice de masa corporal el cual ayudaría en el manejo del problema de obesidad. Adicionalmente, se reportan efectos benéficos en el control de la insulina y niveles de colesterol sérico LDL (Genta *et al* , 2009).

Hasta ahora, no se ha encontrado, que el jarabe de yacón cause daño como reacciones alérgicas o toxicidad. Por lo contrario las raíces de yacón frescas desde hace años atrás se ha consumido por los pobladores andinos y nunca presentaron ninguna reacción nociva que perjudicara la salud.

2.8. Requisitos

Según Norma Técnica Peruana 011.352 (2010), jarabe de yacón deberá ser elaborado y manipulado de acuerdo con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), estipuladas en la normativa legal y textos pertinentes al Codex.

2.8.1. Para la elaboración del jarabe se tomará en cuenta lo siguiente:

- Se utilizará materia prima que cumpla con la Norma Técnica Peruana 011.350 (2006), donde menciona que debe estar exenta de rajaduras, sanas sin presencia de plagas y enfermedades.
- Antes de su procesamiento las raíces deberán ser lavadas, desinfectadas y peladas.
- Los equipos y superficies que se encuentran en contacto del alimento deberán ser apropiados e inocuos para el uso que se destinan y sean fáciles de limpiar.
- El agua debe ser potable y cumplir con lo especificado en la normatividad vigente.
- Los peligros alimentarios deberán ser controlados mediante el uso de Sistemas HACCP. Dicho sistema se aplica a todo lo largo de la cadena alimentaria con la finalidad de controlar la higiene de los alimentos durante la duración en almacén mediante la formulación de productos y procesos apropiados.
- El jarabe de yacón presentará un color marrón, olor ligeramente frutado y característico, sabor dulce y aspecto viscoso, turbio.

- Se mantendrá documentos y registros apropiados de la elaboración producción y distribución que se conservaran durante un período superior a la duración en almacén del producto.
- El jarabe de yacón puede ser almacenado a temperatura ambiente sin embargo una vez abierto el envase se conservará en refrigeración.

2.9. Zanahoria

2.9.1. Definición

La zanahoria (*Daucos carota*), es una hortaliza muy consumida en todos los países mundo. Se la consume cruda, zumos de zanahoria, ensaladas, yogures, etc. Al consumirla nos aporta 35 kilocalorías por cada 100 gramos. Ayudan eliminar sustancias tóxicas que podrían causar complicaciones cardiovasculares.

Además, la fibra disminuye la absorción intestinal de colesterol, triglicéridos; pero su riqueza en potasio, vitaminas, antioxidantes contribuye atender la salud de las arterias y vasos sanguíneos (Agudelo, 2000).

Su característico color naranja de la zanahoria se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el beta-caroteno o provitamina A, pigmento natural que el organismo transforma en vitamina A. Asimismo, es fuente de vitamina E y de vitaminas del grupo B como los folatos y la vitamina B3. Los minerales, presente en la zanahoria destaca el aporte de potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio. Todo esto le permite ser uno de los recursos terapéuticos más valiosos en el tratamiento de muchas enfermedades (Benítez *et al*, 2011).

Por lo tanto, la zanahoria es la que más contiene minerales y vitaminas de todas las raíces, y es recomendada para curar diversas enfermedades, debido a que no tiene contraindicaciones.



Figura 4. Zanahoria(*Daucus carota*)

Tabla 4. Valor nutricional por cada 100 gramos de zanahoria

Componente	Rango	Unidad
Agua	88.6	g
Calorías	33	g
Hidratos de carbono	7.3	g
Lípidos	0.2	g
Fibra alimentaria	2.9	g
Proteínas	0.9	g
Yodo	10	mcg
Potasio	260	mg
Calcio	33	mg
Vitamina E	0.5	mg
Provitamina A	1346	mcg
Niacina	0.8	mg
Folatos	14.5	mcg
Acido nicotínico	0.64	mg

Fuente:(Agudelo, 2000)

Tabla 5. Características Fisicoquímicas de la zanahoria

Características	Valores
°Brix	8,00
pH	6.30
Acidez(% Ac.málico)	0.24
Índice de madurez	33,33

Fuente: Primo (1998).

2.9.2. Composición química del zumo de zanahoria

A continuación, se muestra la composición química del zumo de zanahoria en el siguiente cuadro.

Tabla 6. Características la composición química del zumo de zanahoria

Características	Valores
Carbohidratos(g)	10.60
Grasas(g)	0.15
Cenizas(g)	0.21
Azúcares reductores(g)	6.90

Fuente: Valladares mencionado Cajachagua (1996).

2.9.3. Composición química del zumo de zanahoria

A continuación, se muestra las características fisicoquímicas del zumo de zanahoria en el siguiente cuadro.

Tabla 7. Composición química del zumo de zanahoria

Características	Valores
°Brix	9.80
Densidad(g/cm ³)	1,069
Viscosidad(mPa.s)	3.82

Fuente: Valladares mencionado Cajachagua (1996).

(Campos, 2018), menciona que el zumo de zanahoria tiene un pH de 3.55, indica que garantizó y obtuvo un producto de excelente calidad sin perder las características de color y sabor de la zanahoria.

2.10. Yogurt

La norma de Indecopi, menciona que el yogurt, es el producto obtenido por la coagulación de la leche y la acidificación biológica, mediante las especies *Lactobacillus bulgaricos* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de la leche entera, parcialmente descremada, reconstituida, recombinada, con tratamiento térmico antes de la fermentación (Norma Técnica Peruana para Leche y Productos lácteos, 202.092 (2014).

De acuerdo a lo que menciona el Codex Alimentarius menciona que el yogurt como un producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de

Lactobacillus Bulgaricus y *Streptococcus thermophilus* a partir de la leche y productos lácteos. Los microorganismos que estén presentes en el producto deben ser apropiados y abundantes (Altamirano, 2011).

El yogurt es un alimento de fácil digestibilidad, siendo la caseína la principal proteína de la leche, es parcialmente hidrolizada en el proceso de fermentación por lo que el organismo lo asimila con mayor facilidad. La lactosa es el azúcar de la leche que se transforma en ácido láctico favoreciendo la acidez en el desarrollo de una flora intestinal benéfica (Altamirano, 2011).

El yogurt, se digiere mejor que la leche debido a que ayuda a asimilar los nutrientes que nos aporta como fermentos y bacterias probióticas que regeneran la flora bacteriana intestinal debido a que nos ayudan a evitar problemas intestinales. El consumo de yogurt aumenta cada día más a nivel mundial debido a sus propiedades nutricionales como calcio, proteínas y bacterias benéficas para el tracto digestivo (Altamirano, 2011).

La elaboración del yogurt depende del tipo de leche que se utilizará y su contenido de grasa y proteínas. Las proteínas desempeñan un papel fundamental sobre la textura y materia grasa sobre las características organolépticas de sabor y aroma (Romero *et al*, 2009).

La leche ordeñada, es un producto perecedero por lo que se debe almacenar a temperaturas inferiores a 15°C siendo lo ideal 4°C (Buendía, 2016).

La leche de buena calidad se somete a tratamiento térmico para reducir la carga bacteriana y facilitar el desarrollo de los microorganismos del yogurt. El tratamiento térmico varía de 82°C por 30 minutos hasta 90°C a 95°C durante 3 a 5 minutos tiene como finalidad destruir los gérmenes patógenos como bacterias, levaduras y mohos. Este tratamiento por desnaturalización de las proteínas solubles, permite aumentar la retención del agua y mejorar la textura del yogurt y su estabilidad (Gaviño, 2019).

La siembra del cultivo de *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Bulgaricus* y de *Streptococcus thermophilus*, debe realizarse con dosis bastante elevada para que se realice una acidificación y una vez mezclada la leche y los fermentos se realiza la incubación de 42°C a 45°C, teniendo como objetivo alcanzar una acidez de 0.7% a 0.8% en los yogures firmes incubados en estufa y 1.0% a 1.2% en los yogures batidos.

Una vez alcanzada la acidez deseada, se refrigera para que detenga el proceso fermentativo a una temperatura de 4°C a 5°C teniendo cuidado para mantener las características óptimas del producto evitándose la sobreacidificación, sinérisis, rompimiento del coágulo y crecimiento de microorganismos indeseables como hongos y levaduras (Gaviño, 2019).

Según Palacios (2006) de acuerdo al real decreto 179/2003 (2003), establece que todos los yogures deberán tener un pH igual o inferior a 4.6. Siendo el pH del yogurt una de sus propiedades principales debido a que en su elaboración se busca disminuir el pH de la leche de que esta de entre 6.5 a 6.7 para poder llegar al pH del yogurt lo que contribuye al olor y sabor característico (Ilescas,2001).

Según lo que menciona Norma Técnica Peruana 202.092(2004) para cualquier tipo de yogurt debe tener un mínimo de 11,2°Brix.

Según lo que menciona Norma Técnica Peruana 202.001(2004) la acidez para cualquier tipo de yogurt se encuentra entre 0.6% a 1.5% expresada en ácido láctico %(m/m). La acidez, es una propiedad importante debido a que es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse y deteriorar el alimento ya que debido al aumento de la acidez por la producción de ácido láctico ocasiona la coagulación de la caseína afectando la textura y el sabor del producto (Fennema,1996).

Las variables que afectan las propiedades físicas del yogurt son el tratamiento térmico de la leche, el contenido de proteína, la homogenización, la acidez, el cultivo de microorganismo, el manejo mecánico del coágulo y la presencia de estabilizadores. El tratamiento térmico de la leche con temperaturas altas y tiempos cortos (HTST) provoca yogures de baja viscosidad (Alvarado, 1996).

Durante el almacenamiento en frío el yogurt tanto la viscosidad y consistencia una vez elaborado se debe almacenar 1 a 4°C con una caducidad entre 1 y 4 semanas aproximadamente. Debido a las propiedades nutricionales como calcio, proteínas y bacterias benéficas para el tracto digestivo el consumo que ha aumentando cada día a nivel mundial.



Figura 5. Yogurt

2.10.1. Factores que mejoran la calidad del yogurt

Existen varios factores que mejoran la calidad del yogurt para lograr un producto con el adecuado sabor, aroma, viscosidad, consistencia, apariencia y evitar la separación del suero en el producto final (Bylund, 1996).

Estos factores son los siguientes:

a. Elección de la leche

Se debe seleccionar a los mejores ganaderos con prácticas de calidad aprobadas para utilizar su leche en la elaboración del yogurt. La leche que se utiliza no debe tener antibióticos, ni sustancias químicas que interfieran en el desarrollo del cultivo (Bylund, 1996).

b. Normalización de la leche

La normalización de la leche se puede llevar a cabo por desnatado mezclando leche desnatada con leche entera o utilizando centrifugas separadoras. En otros países la leche se fortifica hasta un contenido en sólidos de un 15%. Lo que permite mejorar la consistencia final del yogurt disminuyendo la sinéresis y reduce la producción de ácido durante la fermentación obteniendo un producto menos ácido que tiene mayor aceptación. Los nombres de los yogures con diferentes contenidos grasos y las normas legales varían según los países (Varnam y Sutherland, 1994).

c. Aditivos Lácteos

La glucosa o azúcar simple, se añade solo o en combinación con las frutas. Para personas con restringido uso de azúcares como diabéticos siendo necesario el uso de edulcorantes debido a que proporciona, el uso de edulcorantes sin ninguna aportación

alimentacia. Esta dulzura se obtiene mediante la adición de 12% a 18% de fruta (Bylund, 1996).

Además, se puede añadir estabilizantes debido a que tienen la función de ligar el agua aumentando la viscosidad del producto y previenen la separación del suero. Es importante utilizar estabilizadores en las proporciones indicadas en las normas legales con la finalidad de evitar consistencias indeseables para el producto. Los estabilizadores que más se utilizan son: pectina, gelatina, almidón, agar-agar ,por lo general en proporciones de 0.1% a 0.5% (Bylund, 1996).

d. Homogenización

Se previene la separación de la nata, durante el periodo de incubación y aseguramos de que la grasa de la leche este distribuida siendo evidente la estabilidad agradable de la consistencia al homogenizar la leche (Bylund, 1996).

e. Tratamiento Térmico.

La leche para la fabricación de yogurt se somete a un tratamiento térmico influyendo sobre el aumento de viscosidad y una buena textura del yogurt. En el calentamiento se eliminan los microorganismos patógenos como la Salmonella, Campylobacter, etc. (Varnam y Sutherland, 1994).

f. Formación del coágulo

En la elaboración del yogurt, es importante el manejo que se da al coágulo; el cual se debe mantener integro hasta que este firme y haya ocurrido la coagulación. Al momento que ocurre la coagulación se le denomina punto isoeléctrico. La coagulación no se da a un pH específico, sino que ocurre a un rango de acidez. Este rango de acidez está dado a un pH comprendido entre 4.6 y 4.9. La mayoría de las fracciones de la caseína se coagulan y ese valor se considera punto isoeléctrico.

La formación del ácido láctico, produce acidificación que modifica el estado coloidal en el que se encuentran las proteínas de la leche formando un coágulo, que es responsable, de la consistencia (Tamine y Robinson, 1991).

g. Preparación de cultivos.

La preparación y manejo adecuado del cultivo en la fabricación del yogurt es fundamental. Llevándose a cabo un estricto control de calidad y normas de higiene.

Existiendo en el mercado diferentes tipos de cultivos como congelados, concentrados y liofilizados (Bylund, 1996).

Aguila (1990), menciona que se conoce como cultivo madre al cultivo puro o mezcla de especies de cultivos lácteos denominándolo algunos autores cultivo inicial y sus condiciones deben estar controladas para evitar contaminaciones.

2.11. Composición nutricional del yogurt

(Early, 2000), menciona que el valor nutricional del yogurt depende tanto de la composición como de las materias primas, ingredientes añadidos y el proceso de fabricación.

Tabla 8. Composición nutricional del yogurt

Composición	Yogurt natural	Yogurt con frutas desnatado	Yogurt con frutas
Energía (kJ)	255	168	498
Grasa (g)	1	0.32	3
Proteína (g)	5	4.0	3.5
Carbohidratos (g)	7	5.5	18
Vitamina A (g)	9.8	0.8	-
Tiamina (B1)	0.04	0.04	-
Riboflavina (B2) (mg)	0.03	0.19	0.24
Piridoxina (B6) (mg)	0.05	0.08	-
Ácido fólico (ug)	3.7	4.7	-
Niacina(mg)	1.5	1.35	-
Vitamina C(mg)	0.7	1.6	-
Calcio(mg)	142	140	180
Fosforo(mg)	90	116	150
Hierro(mg)	0.09	0.09	<1
Potasio(mg)	214	64	230
Zinc(mg)	0.59	0.44	<1
Magnesio(mg)	14.3	13.7	16

Fuente: Early (2000).

2.12. Características físicas del yogurt

a) Sinéresis

Es la separación de lactosuero, debido a la contracción del gel afectando la calidad de todo el producto lácteo. Siendo uno de los defectos más comunes en la elaboración de yogures, que se da debido a la rápida acidificación, alta temperatura de incubación, excesivo tratamiento térmico y bajo contenido de sólidos (Walstra *et al*, 2001).

b) Viscosidad

Es la resistencia a la deformación. Esta propiedad se caracteriza por el contenido de grasa, lactosa, estructura de la caseína y el tamaño de los glóbulos de la grasa; variando con la temperatura, estado de dispersión y la concentración de componentes sólidos. La intensidad y tiempo óptimo de batido depende de factores como temperatura, pH, consistencia de gel y capacidad del depósito. En el yogurt batido, las partículas del gel están en diámetro de 0.1mm a 0.4 mm; sin embargo, el yogurt bebible el diámetro es inferior a 0.01mm (Tamime y Robinson, 1991).

c) Sabor y aroma

Tamime y Robinson (1991), mencionan las principales características organolépticas como aspecto y color, cuerpo y textura y el aroma y sabor. Mientras que (Romero *et al*, 2009) afirman que el aroma del yogurt está formado por una mezcla de compuestos siendo su origen el tratamiento térmico y la fermentación de la leche. Los principales responsables del aroma y sabor del yogurt son el ácido láctico y los compuestos carbonílicos; sin embargo los compuestos que contribuyen al aroma y sabor del yogurt se agrupan en 4 categorías:

- Ácidos volátiles como el fórmico, acético, butírico o propiónico.
- Ácidos no volátiles como el lactico, pirúvico, succínico o axálico.
- Compuestos con grupo carbonilo como el acetaldehído, diacetilo, acetona y acetona o 2-butanona.
- Un grupo heterogéneo de sustancias, entre las están algunos aminoácidos y/u otros compuestos formados por la degradación de las proteínas, la grasa o la lactosa por acción de la temperatura.

2.13. Requisitos

La Norma Técnica Peruana 202.092 (2008), establece los siguientes requisitos generales para todo yogurt:

- La grasa de la leche no podrá ser sustituida por elementos de origen no lácteo.
- Inmediatamente después de su elaboración, se deberá mantener el producto en refrigeración a una temperatura de 7°C hasta su consumo.
- Se le podrá agregar hasta un 25% como máximo de ingredientes no lácteos al yogurt frutado o saborizado.

2.14. Defectos del yogurt

Chávez (1986), menciona que los defectos del yogurt que para cualquier otro producto lácteo, sea la ausencia del sabor y aroma típicos del yogurt. A continuación mencionare los siguientes defectos:

- Dando por supuesto que el cultivo madre tenga el equilibrio deseado de cocos y bacilos. La formación insuficiente de sabor en el producto final suele ser el resultado de la producción inadecuada de ácido.
- La formación óptima del sabor se alcanza hasta que la acidez llegue a 0.85%, pero la maduración por encima de 0.95% da un producto que sea demasiado ácido.
- La ausencia de sabor y aroma típicos del yogurt, se debe al empleo de cepas de bacilo que produzcan cantidades pequeñas de sustancias aromáticas y de sabor.
- Los sabores amargos del yogurt son producidos por la utilización de leche de poca calidad y por ciertas cepas de bacilo.
- La producción lenta de ácido por cultivos se debe a la presencia de bacteriófagos. Se han obtenido cultivos resistentes a ellos, pero sin embargo el cuerpo del yogurt elaborado con estos cultivos no tiene la firmeza deseada.
- La formación de cuajada débil, es un problema grave del yogurt elaborado con leche cuyo contenido de sólidos es el normal (FAO, 1984).
- La adición de cuajo en pequeña cantidad reduce la cuajada débil pero afecta el sabor y la textura.
- La temperatura influye en la cuajada al precipitar la caseína. Lo ideal esta entre 85°C a 90°C entre 10 a 15 minutos. Aunque no es frecuente ocurriendo la separación del suero con la formación del coágulo.

2.15. Análisis fisicoquímico

Las propiedades fisicoquímicas, son responsables de las propiedades del yogurt como de su consistencia, aroma y gusto. Las propiedades fisicoquímicas del yogurt como pH, sólidos solubles, densidad están basadas en las propiedades de la leche y los sucesivos cambios que ocurren durante la fermentación láctica. El ácido láctico, le da a la leche fermentada ese sabor acidulado. Además, la composición de la leche y la temperatura influyen en las características particulares de distintos productos. Norma técnica Peruana para leche y productos lácteos 202.189 (2004).

La calidad del yogurt, tiene que ver mucho con la calidad de la materia prima, higiene personal y de los utensilios utilizados.

Tabla 9. Requisitos fisicoquímicos de tipos de yogurt

Requisitos	Yogurt entero	Yogurt parcialmente descremado	Yogurt descremado
Materia grasa%(m/m)	Mínimo 3.0	1.0-2.9	Menos de 1.0
Sólidos no grasos %(m/m)	Mínimo 8.2	Mínimo 8.2	Mínimo 8.2
Acidez expresada en % de ácido láctico	0.6-1.5	0.6-1.5	0.6-1.5

Fuente: NTP 202.092(2008)

2.16. Características físico-químicas

Se refiere a la materia grasa, sólidos totales, pH, acidez en gramos de ácido láctico y sólidos no grasos.

2.17. Características organolépticas

Aguila (1990), menciona las características organolépticas del yogurt están determinadas por el sabor, textura, olor y color dependiendo del cultivo utilizado. Las características organolépticas serán medidas en la etapa de elaboración del yogurt natural o base, se determinará mediante evaluaciones organolépticas. Un yogurt que ha sido bien elaborado deberá tener una consistencia con cierta dureza y un corte brillante, liso y aporcelanado siendo el coágulo, el que debe presentar un estado de división finísimo y uniforme sin separación de suero no ácido y sabor agradable.

Los microorganismos responsables de la producción de sabor y aroma en la incubación mediante temperatura , favorece el desarrollo de estreptococos, favorece la acidificación y el Lactobacilos favorece el aroma. Para determinar las características, es de suma importancia de acuerdo a la tecnología utilizada y el tipo de yogurt que se desea elaborar debido a que, cada uno de ellos tienen características únicas.

2.18. Funcionalidad de las materias primas e insumos en la elaboración de yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón

- a. **Ácido Ascórbico:** Según menciona Manrique *et al*, (2003), tiene como finalidad de evitar el pardeamiento del producto procesado evitando el desarrollo de microorganismos en el producto elaborado.
- b. **Ácido cítrico:** Según Manrique *et al*, (2003), mencionan que el ácido cítrico es el que incrementa de manera fácil la acidez del producto procesado evitando el desarrollo de ciertos microorganismos en el producto envasado.
- c. **Cultivo:** Según lo que menciona Aguila (1990), se conoce como cultivo madre al cultivo puro o mezcla de especies de cultivos lácteos denominándolo algunos autores cultivo inicial y sus condiciones, deben estar controladas para evitar contaminaciones. Se encargan de fermentar la leche de manera natural.
- d. **Leche en polvo:** Según López y Barriga (2016), menciona que la leche en polvo, es el producto que se obtiene por deshidratación de la leche entera, descremada o semidescremada apta para el consumo humano mediante procesos tecnológicos adecuados autorizados. La leche en polvo tiene un alto contenido de calcio y vitaminas liposolubles utilizándose para fortificar productos lácteos. Por cada 100 gramos de leche descremada en polvo contiene 1300 miligramos de calcio.
- e. **Leche fresca:** Según la Norma Técnica Peruana 202.001(2016), es un producto integro de la secreción mamaria sin la adición ni sustracción alguna siendo obtenida mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometida a procesamiento o tratamiento alguno. La elaboración del yogurt depende del tipo de leche que se utilizará y su contenido de grasa, proteínas. Las proteínas desempeñan un papel fundamental sobre la textura y materia grasa sobre las características organolépticas de sabor y aroma.
- f. **Yacón:** Es una parte orgánica, ya sea cruda o transformada tiene un sabor concentrado y dulce. La característica principal de este tubérculo radica en su principio activo: los fructooligosacáridos (FOS), siendo un tipo de azúcar que no es metabolizado por el cuerpo humano (Flores y Gónzales, 2017).

El yacón, fue la materia prima que se utilizó, para elaborar el jarabe con un sabor dulce que contienen agentes aromatizantes, almacena fructooligosacáridos, los cuales tienen pocas calorías. Se utiliza en la industria alimentaria para la elaboración de diversos productos como bebidas, yogures, mermeladas, etc.

- g. **Zanahoria:** Según lo que menciona (Oré, 2008 citado por Cordero, 1989). La zanahoria al igual que las demás hortalizas se caracteriza por una baja concentración de grasas y por un alto contenido de humedad favorece y promueve la nutrición de todos los tejidos y órganos del ser humano. En la industria alimentaria se utiliza la zanahoria especialmente en yogures para dar firmeza, color y una buena apariencia general.

2.19. Evaluaciones fisicoquímicas

a. pH

El pH, es una medida de concentración de iones de hidrógeno (acidez o basicidad en un medio); sin embargo, el valor de un pH neutro es de 7 por debajo de este valor el pH se considera ácido y por encima de este valor el pH es básico. En los alimentos, el pH es un factor determinante como indicador de las condiciones higiénicas como para el control en los procesos de transformación. El pH como la temperatura y la humedad son importantes en la conservación de los alimentos como por ejemplo: en la elaboración del yogurt. La refrigeración que sigue a la incubación de los fermentos comienza sólo cuando el valor del pH ha alcanzado valores de 4.4 a 4.6 (Sbodio *et al*, 2010).

b. Sólidos solubles

Los sólidos solubles se miden en °Brix que originalmente es una medida de densidad (1grado Brix es la densidad de una disolución de sacarosa al 1% peso y a esta le corresponde en índice de refracción y de esta manera se establece la correspondencia entre porcentaje de sólidos solubles (°Brix) utilizándose en los alimentos para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de frutas, vino, líquidos procesados dentro de la industria agroalimentaria. La determinación se realiza por medio de un refractómetro manual o digital (Domene y Segura, 2014).

c. Densidad

La densidad, es una variable que determina la relación que hay entre la masa y el volumen de una sustancia, por lo tanto la densidad está dada en unidades de masa sobre el volumen, por ejemplo: gramos/mililitro o gramos/centímetro cubico, kilogramo/litro, etc (Ciro, 1993).

Los lactodensímetros, son instrumentos de vidrio que se utilizan para medir la densidad de la leche y así determinar si la leche ha sido mezclada con agua o si ha sido parcialmente descremada. Los lactodensímetros de Guinama, son de tipo Quevenne, cuyo

vástago con escala graduada comprende valores entre 15 y 40 que corresponde a la milésimas densidad por encima de la unidad.

f.Acidez titulable

Es un método común para la determinación de la acidez, en donde se utiliza una solución de 0.1N de hidróxido de sodio (NaOH), usando un indicador de fenolftaleína hasta que aparezca una coloración rosa (INEN, 2011).

2.20. Envasado

Nutrar (2000), menciona que es un método de conservación de alimentos, que consiste en calentarlos y sellarlos en recipientes herméticos.

Raimond (2002), menciona que el envase debe ser de vidrio o de material que proteja al producto de la contaminación ambiental, que sea inerte a la acción del contenido y que no presente sabores extraños. El vidrio, es un material inerte, impermeable y resistente a la acción mecánica y al transporte. Sin embargo, presenta inconvenientes de ser pesado, frágil y poseer malas propiedades frente al choque térmico. De los procedimientos de conservación de los alimentos que se emplean: la pasteurización y esterilización por calor ocasionan la muerte de los microorganismos.

Es por eso, que su manipulación debe ser más delicada a comparación de otros materiales y cuidándose del control del tratamiento térmico, para evitar su rotura debido al mismo. Los materiales de empaque han sido seleccionados con la finalidad de tener la mínima interacción con el contenido que acondiciona constituido de barreras inertes. En sentido convencional un empaque aumenta la seguridad del alimento de acuerdo a los mecanismos de barreras, contaminación (microbiológica y química) y la prevención de la migración de sus alimentos. Las demandas de productos mínimamente procesados han impuesto nuevos requerimientos a los empaques que deben asegurar una vida anaquel a los alimentos. El envase, adecuado es el que soluciona problemas fisiológicos propios de la fruta y hortaliza, prolongando su vida útil y al mismo tiempo resalta su presentación sin incrementar el precio del producto.

2.21. Análisis organoléptico

Instituto de Alimentos de Estados Unidos (IFT, 2005), define a la evaluación organoléptica, como una disciplina científica para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído al hacer el análisis de los alimentos y otras sustancias.

Las propiedades organolépticas o sensoriales, se evalúan a través de los atributos captados por los sentidos que nos informan de la magnitud y cualidad del estímulo provocado una vez que han sido interpretados por el cerebro. Todos los sentidos nos aportan una primera impresión de los alimentos debido a que el primer contacto se da a través de la vista, del oído y del olfato a excepción del gusto (Bello, 2000).

(Anzaldúa, 1994), menciona que el análisis organoléptico de los alimentos, es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un producto, debido a los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad cuando se quiere comercializar.

El catador y/o consumidor final, hace un juicio espontáneo de lo que percibe hacia una materia prima, producto en proceso o producto terminado, percibiendo primero la cualidad y por último la intensidad. Por lo tanto, si la sensación percibida es de agrado o por lo contrario de desagrado no será aceptado por el consumidor.

La fase de planificación existe tres factores esenciales que requieren especial atención para que los resultados sean válidos y el éxito final. Son la selección y adiestramiento de jueces, la selección de pruebas y el diseño estadístico.

Lo primero que es necesario hacer es seleccionar a la selección de jueces, que deben ser informados de modo adecuado acerca de cómo han de actuar y recibir adiestramiento apropiado. Además, se debe tener en cuenta el número de jueces que han de participar en la prueba; aunque este dato depende del tipo de jueces que vayan a participar en la realización de análisis (Bello, 2000).

En este ámbito analítico se pueden señalar cuatro tipos de diferentes jueces:

a) Juez experto: Persona que por su gran sensibilidad en evaluar las características de un tipo de alimento y percibir las diferencias puede ser considerada como un gran experto en ese alimento.

b) Juez entrenado: Persona que posee cierta habilidad para detectar alguna propiedad organoléptica en particular y que ha recibido una formación adecuada en lo que respecta a lo que se debe medir para la evaluación sensorial concreta. El número requerido para formar un grupo debe ser no menos de siete ni más de quince.

c) Juez de laboratorio o semientrenado: Persona que tiene suficiente habilidad para percibir cualidades organolépticas en particular y que ha recibido adiestramiento,

aunque por lo general sólo participan en pruebas discriminativas sencillas. Este tipo de juez exige un mínimo de diez por grupo y un máximo de veinte.

d) Juez consumidor: Persona que no está relacionada con la fabricación o investigación del alimento, pero son consumidores potenciales del producto a evaluar. Para que tengan validez estadística los datos recolectados se necesitan un mínimo de treinta jueces.

Para la selección de jueces que normalmente pueden participar en los grupos que actúan en las industrias o laboratorios, existiendo ciertos requisitos que resultan imprescindibles poseer como habilidad, disponibilidad, interés y ecuanimidad en su funcionamiento.

2.21.1. Propiedades sensoriales

Son los atributos de los alimentos que se pueden detectar por medio de los sentidos. Algunos atributos se pueden percibir por medio de un solo sentido mientras que otros atributos son detectados por dos o más sentidos (Medina, 2013). A continuación se mencionará los siguientes atributos:

- a. **Color:** Es la única propiedad sensorial, que es medida instrumentalmente de manera más afectiva en forma visual. En la actualidad existen colorímetros para alimentos, pero son muy costosos y requieren de un manejo cuidadoso.
- b. **Olor:** Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los objetos. En el caso de los alimentos y la mayoría de las sustancias olorosas siendo diferente para cada uno y no ha sido posible establecer taxonomías y clasificaciones completamente para los olores.
- c. **Textura:** Es una manifestación de cómo son estimulados los receptores mecánicos de la boca, durante la degustación del producto (Bello, 2000). Los cuales son apreciados por los sentidos de la vista, el tacto y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, 1994).
- d. **Sabor:** Es el resultado de la percepción de los estímulos gustativos causada por la presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. Las papilas gustativas de la lengua registran los 4 sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo en determinadas zonas de la lengua siendo lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior, lo salado y ácido en los bordes.

2.21.2. Pruebas afectivas

Medina (2013), menciona que los test hedónicos, proporcionan una fotografía al instante, de la apreciación de un producto o gama de productos realizándose, con sujetos no seleccionados ni entrenados. Se realizan en grupos numerosos llevándose a cabo en laboratorios de evaluación organoléptica de esta manera los consumidores están más concentrados. A continuación, se mencionará las siguientes pruebas afectivas:

a. Pruebas de preferencia

En este tipo de pruebas se pretende conocer cuál de las muestras tiene una mayor aceptación por los jueces. Es decir, se busca la capacidad de los jueces para discriminar las pruebas conociendo de esta manera la opinión como consumidor del producto.

b. Prueba de grado de aceptación

Cuando se recurre a unas escalas hedónicas, que son los instrumentos para medir las sensaciones producidas por el producto en el juez afectivo ya sean agradables o desagradables (Anzaldúa, 1994).

c. Prueba de aceptación

Para que una persona adquiera un producto no solo depende de lo agradable o desagradable que lo perciba el individuo al degustar un producto sino también a lo socioeconómico, etc (Anzaldúa, 1994).

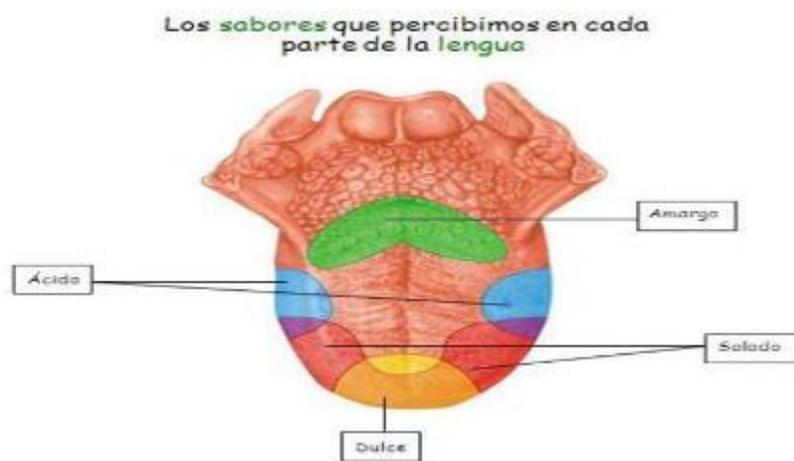


Figura 6. Sabores percibidos en cada parte de la lengua

El yogurt se caracteriza por ser agradable para nuestros sentidos tanto en sabor y aroma. Las propiedades físicas como la consistencia y la viscosidad son percibidas por la apreciación sensorial del producto en la boca.

2.21.3. Escala hedónica de cinco puntos

Fizman y Hough (2005), indica que esta prueba se le pide al juez que informe sobre el grado de satisfacción que le merece un producto seleccionando una categoría en una escala “hedónica” que oscila desde me disgusta muchísimo a me gusta muchísimo.

Tabla 10. Escala hedónica de cinco puntos

Puntuación	Descripción
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta

Fuente: Hough, G. y Fizman, S. (2005)

Tabla 11. Escala hedónica de Preferencia

Cualidad	Ponderación
Color	1 a 5 puntos
Olor	1 a 5 puntos
Sabor	1 a 5 puntos
Textura	1 a 5 puntos
Apariencia general	1 a 5 puntos

Fuente: Hough, G. y Fizman, S. (2005)

2.22. Definición de términos básicos

Se menciona a continuación la definición de los conceptos utilizados en este trabajo de investigación.

- **Análisis fisicoquímico:** Es una evaluación que se utiliza para determinar el pH, % de acidez, etc. En la industria de alimentos (Jara, 2019).

- **Análisis organoléptico:** Es una evaluación que hace referencia a la capacidad de hacer apetecible y atractivo un alimento en virtud de las cualidades que son percibidas por los órganos de los sentidos como color, olor, sabor, flavor, textura, jugosidad, apariencia, etc. (Bello, 2000).

- **Anova:** Es una herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Se agrupan según el objetivo que persiguen la comparación de múltiples

columnas de datos y la estimación de los componentes de variación del proceso (Ricard, 2004).

- **Antioxidante:** Sustancia que forma parte de los alimentos de consumo y previene efectos adversos sobre las funciones fisiológicas de los seres humanos. Nos protegen de los radicales libres y del envejecimiento prematuro (Coronado *et al*, 2015).

- **A.O.A.C(Asociación Internacional de Químicos Analíticos):** Promueve la calidad de las mediciones y la validación de métodos analíticos para alcanzar la visión de confianza internacional en resultados analíticos (Villalobos y Villegas, 2014).

- **Edulcorante:** Aditivo alimentario, que es capaz de mimetizar el efecto dulce del azúcar. Algunos de ellos son extractos naturales mientras que otros son sintéticos(García y García 2013).

- **Escala hedónica:** Es la magnitud de agrado o desagrado hacia un producto por un grupo de personas, sin importar que estén entrenados para llevar a cabo la evaluación sensorial del producto alimenticio o si poseen conocimiento en el área de alimentos Universidad de Córdoba (UCO, 2005).

- **Fibra:** Es un nutriente esencial que se encuentra en las frutas, verduras y granos. Su valor nutricional, es beneficioso para la salud siendo considerado debido a la presencia de compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides, carotenoides y otros que presentan actividad antioxidante y propiedades anticancerígenas (López, 2018).

- **Fructooligosacáridos (FOS):** Es un tipo de azúcar que no es metabolizado por el cuerpo humano son muy solubles en el agua tienen un ligero sabor dulce entre 30% y 50% del poder edulcorante del azúcar de mesa y pueden ser utilizados como sustitutos hipocalóricos del azúcar de mesa (Seminario *et al*, 2003).

- **Fructosa:** Es un azúcar simple que se encuentra en las frutas, en la miel y en los vegetales de raíz. Se utiliza como endulzante calórico, agregado a los alimentos y bebidas. La fructosa ha sido utilizada en sustitución de la sacarosa en pacientes diabéticos y como edulcorante en la elaboración de numerosos productos para diabéticos (García y García, 2013).

- **Glucosa:** Es el principal monosacárido en la naturaleza que proporciona energía a las células de una amplia gama de organismos, que va desde lo más simple como la levadura hasta lo más complejo como el ser humano (Castrejón *et al*, 2007).

- **Inulina:** Es un compuesto que se encuentra en muchas especies vegetales. Ofrece beneficios para la salud y se usa en la formulación de alimentos funcionales con propiedades explotadas a nivel comercial (Madrigal y Sangronis 2007).
- **Jarabe de yacón:** Es una sustancia viscosa de distintos grados de espesor con un sabor dulce contienen agentes aromatizantes, almacena fructooligosacáridos, los cuales tienen pocas calorías. Se utiliza en la industria alimentaria para la elaboración de diversos productos como bebidas, yogures, mermeladas, etc. (Hermann *et al*, 2003).
- **Lactosa:** Es el azúcar que se encuentra naturalmente en la leche de los mamíferos, está compuesto por una unidad de galactosa y una unidad de glucosa (Infante, 2008).
- **Leche cruda entera:** Es el producto íntegro no alterado ni adulterado del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas, sin calostro y que no presenta color, olor, sabor y consistencias anormales y que no haya sido sometida a tratamiento alguno Norma Técnica Peruana 202.001 (2003).
- **Maltosa:** Es un disacárido compuesto por dos unidades de glucosa. Se encuentra en las melazas y se usa para la fermentación (García y García, 2013).
- **Nutracéutico:** Es un producto fabricado con ingredientes naturales que proporciona valor nutricional básico. Se encuentra en los alimentos que permiten prevenir enfermedades crónicas para mejorar la salud, retrasa el envejecimiento y aumenta la esperanza de vida. (Stephen, 1989)
- **pH:** Es una medida empleada para mostrar la acidez o la alcalinidad de una sustancia (Concentración de iones hidrógeno) constituyendo un parámetro útil para el procesamiento de productos lácteos (López y Barriga, 2016).
- **Proceso tecnológico:** Es elemental y solo se requiere de los equipos y materiales básicos necesarios para la obtención del producto lácteo (Martínez, 2017).
- **Sólidos solubles:** Se obtiene al evaluar los °Brix del fruto representando el 10% y 20% del peso fresco del fruto aumentando con la maduración para que se produzca un fruto menos ácido y más dulce (Mejía, 2015).
- **Tratamiento térmico de la leche:** Es un proceso térmico que tiene como objetivo la eliminación de la flora microbiana patógena además inactiva las enzimas perjudiciales con la finalidad de esterilizar los alimentos alterando lo menos posible la estructura física y los componentes químicos (Ortiz, 2021).
- **Yacón:** Es una parte orgánica, cruda o transformada tiene un sabor concentrado y dulce. La característica principal de este tubérculo radica en su principio activo: los

fructooligosacáridos (FOS), siendo un tipo de azúcar que no es metabolizado por el cuerpo humano (Flores y Gónzales, 2017).

- **Zumo de zanahoria:** Es una sustancia líquida no fermentada; pero susceptible al proceso obtenido por procedimientos tecnológicos, que al aplicar buenas prácticas de fabricación son obtenidas de la parte comestible de la zanahoria que han sido seleccionadas encontrándose en buen estado y conservándose por medios físicos (Scharcff, 2021).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La investigación se realizó, en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

La materia prima, es proveniente del Centro Poblado Cumbico, distrito de Magdalena, Provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca tanto el Yacón(*Smilax sp.*) como la zanahoria (*Daucus carota*). La materia prima no presentó daños por insectos y enfermedades tanto el Yacón y la Zanahoria. La leche entera fue traída de la hacienda Huacariz para la elaboración del yogurt de zanahoria.

3.2. Materiales.

3.2.1. Materia Prima.

- Yacón (*Smilax sp.*)
- Zanahoria (*Daucus carota*)
- Leche entera

3.2.2. Insumos.

- Cultivo.
- Ácido cítrico
- Ácido ascórbico
- Leche en polvo

3.2.3. Materiales De Laboratorio.

- Pipeta de 5 ml
- Vaso precipitado de 250 ml
- Probeta de 250 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Bureta de 25 ml
- Hipoclorito de sodio

3.2.4. Materiales de Cocina.

- Cuchillo
- Tinas
- Colador

- Cucharones
- Cucharas
- Baldes de plástico
- Tazones de acero inoxidable
- Cocina
- Tabla de picar
- Pelador
- Ollas
- Envases de vidrio
- Envases de plástico
- Cocina Industrial
- Licuadora industrial.
- Jarras de Plástico
- Extractora

3.2.5. Equipos de Laboratorio.

Durante la investigación se utilizaron los siguientes equipos los cuales sirvieron para realizar las pruebas fisicoquímicas.

a. Termómetro



Figura 7. Termómetro. Marca Thermometer World

b. Refractómetro



Figura 8. Refractómetro digital Atago

c. Balanza analítica



Figura 9. Balanza Analítica AS220-C2 marca RADWAG



Figura 10. Balanza marca Sartorius.

d. pH-metro



Figura 11. pH_metro de mano profiliwe pH 3210/3310 marca Atago

e. Lactodensímetro



Figura 12. Lactodensímetro Quevenne

3.2.6. La investigación experimental seguirá el siguiente procedimiento

Para realizar el proceso de extracción del jugo de yacón que se concentró a 60°Brix, 65°Brix y 70°Brix para obtener el jarabe que se utilizaría como edulcorante en yogurt de zanahoria y se hará el siguiente procedimiento utilizando indumentaria completa de laboratorio (Anexo1).

3.2.6.1. Proceso para la obtención del jarabe de yacón.

a) Recepción de la materia prima:

La materia prima, se obtuvo del distrito de Magdalena, Centro Poblado Cumbico, Provincia Cajamarca y departamento de Cajamarca, donde ha sido traída el Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Se recibió la materia prima, en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Se realizó el análisis fisicoquímico donde se analizó el pH y los °Brix.

b) Pesado: Se pesó en una balanza con la finalidad de llevar el rendimiento y productividad del proceso. Se utilizó 28 kilogramos de yacón amarillo. El ecotipo de raíz de yacón que se utilizó fue el yacón amarillo, siendo apreciado por su forma alisada y mayor contenido de oligofruktanos (Acuña *et al*, 2004).

c) Selección y clasificación: Se realizó una evaluación visual para seleccionar la materia prima, que se encuentre en buen estado separándolo de la materia prima que no sea aceptable. En base a sus propiedades físicas de tamaño y forma (Chuquizuta y Gongora 2014). Se seleccionó la materia prima que este en buen estado separándolos de aquellos que hayan sufrido rajaduras, daños de plagas y enfermedades.

d) Lavado y desinfección de raíces: Se lavó las raíces utilizando una escobilla con abundante agua. Después del lavado se utilizará una solución desinfectante de hipoclorito de sodio(lejía) al 5.25% (15ppm/litro de agua) y se preparó diluyendo 4 ml de lejía para cada litro de agua con el objetivo de disminuir la carga microbiana que permanece adherida a la superficie de raíces sumergiéndola durante 5 minutos. Realizar un buen lavado, es fundamental debido a que los residuos disminuyen la capacidad de esterilización del agente desinfectante (Manrique *et al*, 2003).

e) Pelado de las raíces: Se realizó manualmente utilizando un pelador doméstico. A medida que se pelaron las raíces se sumergieron en agua con ácido cítrico 0.05% por litro de agua con la finalidad de evitar el pardeamiento de los frutos pelados. Un pelado exhaustivo es esencial para obtener un producto de buena calidad (Manrique *et al*, 2003).

f) Escaldado: Se realizó sumergiendo los frutos en agua caliente a una temperatura de 73°C durante tres minutos con la finalidad de que los frutos se licuen con mayor facilidad y evitar el pardeamiento. Es importante porque ayuda a desactivar las enzimas responsables de la oxidación enzimática (Huiman y Luna, 2013).

g) Extracción del jugo: Operación que se realiza mecánicamente con la utilización de una licuadora industrial provista de cuchillas hasta obtener el fruto triturado. En esta etapa del proceso se procedió a licuar los frutos troceados del yacón con la finalidad de triturar el fruto para facilitar la extracción del jugo (Chuquizuta y Gongora, 2014).

h) Mezclado: Una vez extraído el zumo se vertió en un recipiente que contiene ácido ascórbico con una concentración de 0.15 gramos por kilogramo de zumo con la finalidad de retrasar el pardeamiento causado por las enzimas polifenoxidasas (Huiman y Luna, 2013).

i) Filtración del extracto: Para filtrar el jugo de yacón se utilizó un colador de malla fina de acero inoxidable, el cual permitió realizar el proceso de filtración. La finalidad de la filtración es eliminar todas las partículas pequeñas de bagazo que se filtraron por la licuadora industrial (Manrique *et al*, 2003).

j) Evaporación y concentración del jugo: El proceso de evaporación se llevó a cabo de manera muy cuidadosa, se fue midiendo la temperatura y °Brix cada 20 minutos hasta un valor que sea lo más cercano en niveles de concentración del jarabe de yacón de 60°Brix, 65°Brix y 70°Brix. La finalidad de la evaporación es eliminar el agua y elevar la concentración de sólidos solubles del jugo hasta un valor que sea lo más cercano a los 70°Brix (Chuquizuta y Gongora, 2014).

k) Filtración del jarabe: Se realizó un último filtrado con el objetivo de eliminar los azúcares que se cristalizaron durante la etapa de la concentración final. El objetivo de la filtración es eliminar la mayor cantidad de residuos sólidos insolubles en el producto final. (Manrique *et al*, 2003).

l) Envasado y sellado:

Esta operación se realizó colocando los envases de vidrio con sus tapas de metal en una olla con agua caliente durante 15 minutos.

Se realizó el envasado en recipientes de vidrio y se aseguró que la temperatura del jarabe dentro del recipiente este a 85°C. Estas medidas ayudarán a prevenir el desarrollo de

microorganismos en el producto procesado (Manrique *et al*, 2003). El sellado se realizó de manera manual mediante un cerrado hermético. Se obtuvo un rendimiento de 23.911 kilogramos de yacón para obtener un litro de jarabe de yacón.

m) Almacenamiento: El jarabe de yacón se almacenó a temperatura ambiente. Una vez que el jarabe de yacón ha sido envasado a temperatura ambiente su tiempo de vida es bastante prolongado. El jarabe después de doce meses en almacenamiento no se contamina y composición química respecto a los carbohidratos cambia muy poco. (Manrique *et al*, 2003).

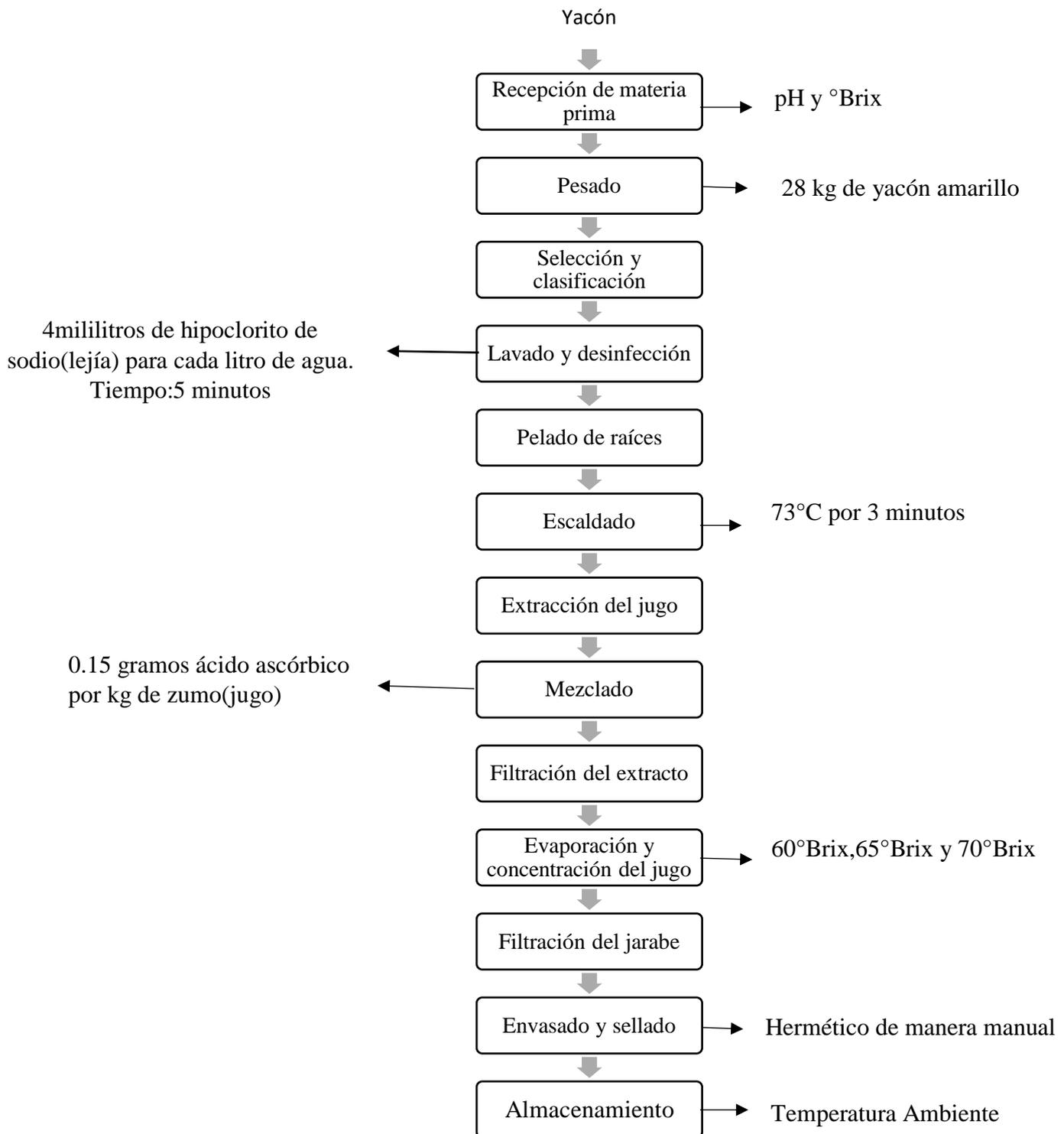


Figura 13. Diagrama de flujo para obtener un jarabe de yacón.

Fuente: Chuquizuta y Gongora(2014)

3.2.6.2. Proceso para la obtención del extracto de zanahoria (Anexo 2).

- a) **Recepción:** Se adquirió las zanahorias en el Mercado Leguía las cuales fueron traídas de Centro Poblado Cumbico del distrito de Magdalena de la provincia de Cajamarca. La materia prima debe ser de buena calidad, en estado óptimo de madurez (Oré, 2008). Se realizó el análisis fisicoquímico donde se analizó el pH y los °Brix. Se utilizó 9.741 kilogramos de zanahoria.
- b) **Selección:** Se realizó una selección de las zanahorias frescas con color brillante, homogéneo y con excelentes propiedades organolépticas para que los resultados sean satisfactorios. La zanahoria que se escogió son las grandes, debido a que son más dulces, firmes y frescas. En esta se eliminan todas las zanahorias que no cumplan con los requerimientos de calidad considerando como materia prima de calidad a las zanahorias: firmes, de color uniforme brillante con pocos residuos de raíces laterales, ausencia de hombros verdes, ausencia de corazón verde y ausencia de deterioro microbiano. La materia prima debe ser seleccionada para identificar y seleccionar las no aptas para el proceso, separándolas (Oré, 2008).
- c) **Limpieza:** Se eliminó cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y tierra utilizando agua potable y una escobilla. Se hace con la finalidad de eliminar sustancias extrañas adheridas a ellas. Se realiza por inmersión, agitación o rociado (Oré, 2008).
- d) **Enjuagado:** Después de que se limpiaron las zanahorias se enjuagaron con agua potable. Es importante mencionar que después de la limpieza la zanahoria se enjuaga meticulosamente con agua presión (Margarita y Cuastumal, 2016)
- e) **Desinfección y reposo:** Las zanahorias se colocaron en un recipiente donde se desinfectó utilizando hipoclorito de sodio 5.25% (15ppm/litro de agua), luego se dejó reposar durante un lapso de 10 minutos con la finalidad de reducir la carga microbiana y eliminar las impurezas presentes en la superficie (Margarita y Cuastumal, 2016).
- f) **Escurrimiento:** Una vez sacado del recipiente donde se realizó la desinfección las zanahorias se dejan escurriendo durante 5 minutos (Margarita y Cuastumal, 2016).

- g) Pelado:** Se realizó un pelado superficial quitándoles las raíces y la cabeza realizándose en forma manual utilizando un pelador doméstico (Margarita y Cuastumal, 2016).
- h) Corte:** Se retiró las partes indeseables de la zanahoria realizándose en forma manual utilizando un cuchillo. Es importante mencionar que las zanahorias mínimamente procesadas (frescas-cortadas, cortadas y peladas) pueden mantener una buena calidad de a 2 a tres semanas a una temperatura de 3°C a 5°C (Oré, 2008).
- i) Cocción:** Las zanahorias recibieron un tratamiento térmico en una olla de acero inoxidable para que se evite el deterioro químico y microbiológico. La cocción se realizó durante unos 10 minutos después que hierba el agua a 90°C. El objetivo es ablandar la materia prima, facilitando el pulpeado. Se realiza esta operación en agua a ebullición u otras temperaturas a previo estudio (Oré, 2008).
- j) Extracción del jugo de zanahoria:** Se extrajo el jugo de zanahoria separándolo de la pulpa utilizando un extractor de jugos. Se realizó el análisis fisicoquímico donde se midió el pH y los °Brix. La finalidad de la extracción es romper las partículas, obteniendo un producto uniforme (Oré, 2008).
- k) Pesado:** Se pesó el extracto de zanahoria y se obtuvo un rendimiento de 2.969 kilogramos de zanahoria para obtener un litro de extracto de Zanahoria. La finalidad del pesado es determinar los rendimientos (Oré, 2008).
- l) Enfriado:** Se trasladará en un recipiente que contenga agua fría para que baje la temperatura. Es importante mencionar que una vez que se ha cerrado el envase debe ser enfriado rápidamente con la finalidad de dar el shock térmico y conservar la calidad del producto (Oré, 2008).
- m) Envasado y sellado:**
Esta operación se realizó colocando los envases de vidrio con sus tapas en una olla con agua caliente durante 15 minutos. El producto se envasó en recipientes de vidrio estériles y el sellado se realizó de manera manual mediante un cerrado hermético. En esta etapa se aseguró la hermeticidad del envase ya que un fallo perjudicaría la inocuidad del producto y su estabilidad en el lugar de almacenamiento. Es importante mencionar que

el envase sirve como medio de protección ayudando a la conservación del alimento el cual puede ser de vidrio, hojalata, PET, laminados de aluminio o polipropileno (Oré, 2008).

- n) **Almacenamiento:** Se almacenó a temperatura ambiente en un recipiente hasta el momento que se adicionó a la base del yogurt. Los envases que van a contener a los productos deben estar limpios y secos para almacenarlos en lugares adecuados antes del consumo final (Oré, 2008).

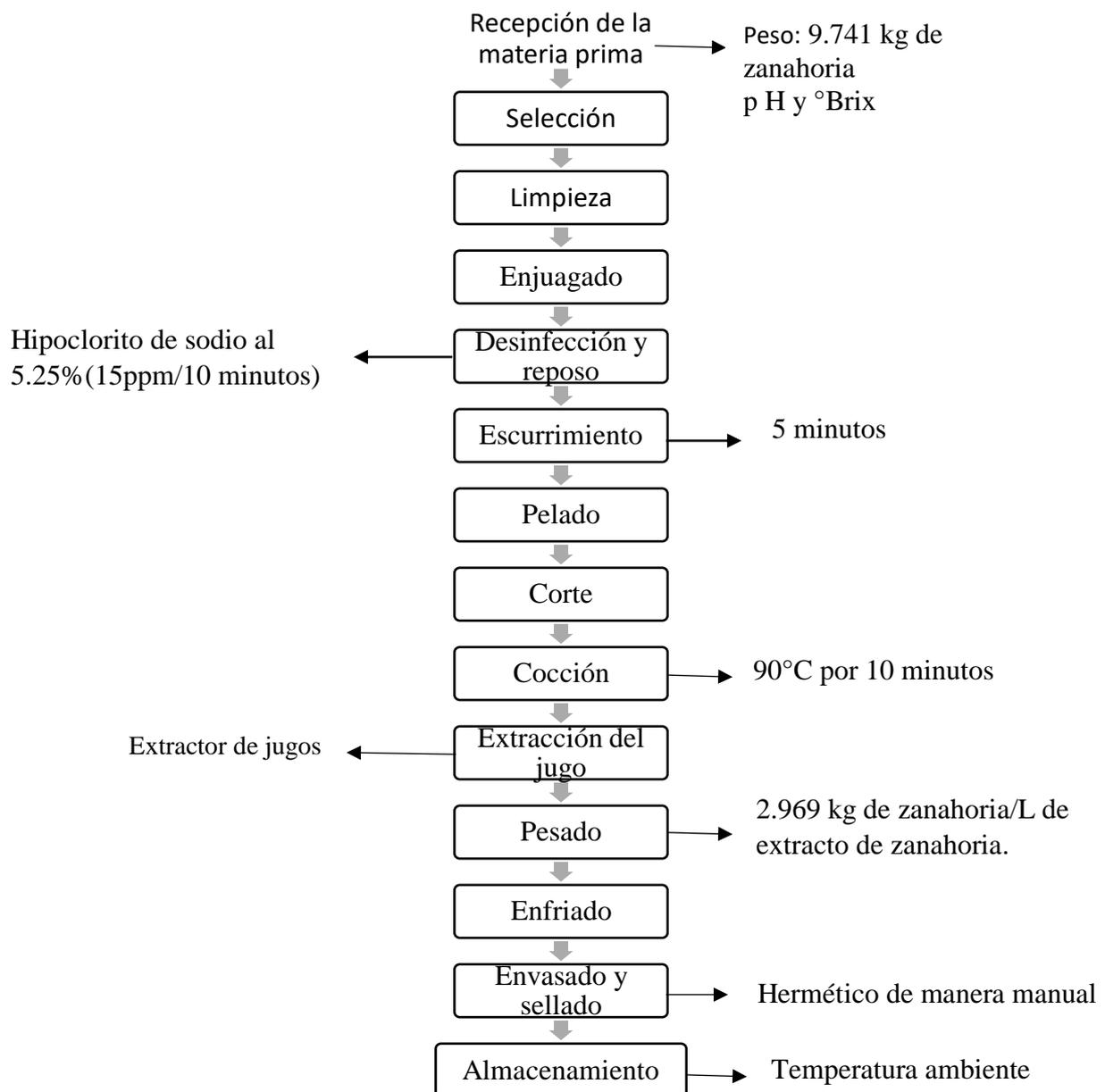


Figura 14. Diagrama de flujo para obtener el extracto de zanahoria.

Fuente: Margarita y Cuastumal (2016)

3.2.6.3. Proceso para la obtención de yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón. (Anexo 3)

a) Recepción de la materia prima: La materia prima que se utilizó fue la leche la cual se adquirió de la hacienda Huacariz. Se verifico la calidad de la materia prima la cual se le hizo una evaluación fisicoquímica y organoléptica en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

b) Análisis de la leche: Se verificó la calidad de la materia prima la cual se le hizo una evaluación organoléptica (color, olor y sabor) y fisicoquímica (pH, °Brix, densidad y acidez) en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Para elaborar productos lácteos de calidad, es importante que la materia prima, la leche, sea también de calidad. Por lo tanto, es importante que realice un estricto control de la calidad de la leche teniendo en cuenta los factores como pH, acidez, densidad, antibióticos, etc (Cruz y Cruz, 2011).

c) Filtración: En esta etapa se realizó la filtración de la leche con una manta de cielo para evitar el ingreso de partículas extrañas e impurezas al proceso. La filtración tiene como finalidad atrapar todas las partículas físicas como pelos, tierra y pajitas que contaminen la leche y evitar que existan impurezas que atenten contra la calidad del yogurt y salud del consumidor (Cruz y Cruz, 2011).

d) Calentamiento: Se calentó la leche a una temperatura de 45°C y se agregó la leche en polvo la cantidad de 300 gramos para 10 litros de leche. Con la finalidad de aumentar el contenido de sólidos totales y se agrega el 3% de leche en polvo descremada que contribuirán con la consistencia final del yogurt (Santos, 2001).

e) Pasteurización: Se realizó a 80°C por un periodo de 30 minutos. La finalidad de esta operación es favorecer una buena coagulación y evitar la presencia de gérmenes sean o no sean patógenas, que hayan sido incluidas en la leche durante el ordeño o transporte(Cruz y Cruz, 2011).

f) Enfriamiento: Se enfrió el yogurt en un tiempo de 30 minutos. Es un punto de control, porque asegura la temperatura óptima de inoculación, permitiendo la supervivencia de las bacterias del inóculo para garantizar la calidad del producto. Es importante mencionar que cuando el enfriamiento se realiza sumergiendo en agua fría o helada, las ollas o recipientes en que se calienta la leche; en este caso

es muy importante evitar toda posible contaminación, después del tratamiento térmico (Risco, 2015).

g) Inoculación: En esta etapa la leche debe estar a una temperatura de 45°C. La proporción de cultivo que se agregó fue 200 gramos de cultivo para 10 litros de leche. Es importante mencionar que se debe dispersar mediante agitación la proporción del cultivo para que se distribuya uniformemente en toda la leche (Risco, 2015).

h) Incubación: Esta operación se realizó en una incubadora ecológica a una temperatura de 45°C por un tiempo de 6 horas para que influya en la acidificación, el aroma, la consistencia y sabor deseado. En esta etapa se alcanza una acidez que se expresa en ácido láctico y el pH adecuado. Es importante mencionar, que una vez obtenida la base del yogurt se suspende el proceso de fermentación y se obtiene una textura apropiada (Margarita y Cuastumal, 2016).

i) Enfriamiento: Se realizó a una temperatura 15°C para evitar que el yogurt se acidifique. La finalidad es detener la presencia de microorganismos. El enfriamiento se debe llevar a cabo, tan pronto como sea posible, para que el yogurt no se acidifique en exceso y por ende la post-acidificación o acidificación posterior a la incubación sea lo más lento posible, en condiciones de refrigeración (Cruz y Cruz, 2011).

j) Batido: Se realizó con una cuchara. Se agregó el jarabe de yacón en niveles de concentraciones: 60°Brix, 65°Brix y 70°Brix y el extracto de la zanahoria en concentraciones porcentuales: 20%, 25% y 30%. La agitación tiene un efecto inhibitor sobre la actividad del cultivo y reduce la producción de ácido láctico (Early 1998). Para lograr que el coágulo se torne liso, brillante, homogéneo y más fluido (Cruz y Cruz, 2011).

k) Envasado y sellado: Se envasó en recipientes estériles de plástico y el sellado se realizó de manera manual mediante un cerrado hermético. Para que el yogurt sea almacenado deberá envasarse en recipientes adecuados teniendo en cuenta la higiene. El envasado del yogurt se realiza para facilitar su comercialización y proteger al producto de las contaminaciones y posibles alteraciones durante su almacenamiento (Cruz y Cruz, 2011).

l) Almacenamiento: Se almacenó a temperatura de 5°C para mantener la inocuidad del producto. Se utilizó 0.699 kilogramos de base de yogurt para obtener un litro de yogurt de zanahoria. Es importante mencionar, que una vez

envasado el yogurt, se debe almacenar a temperaturas de refrigeración para evitar posteriormente su acidificación (Cruz y Cruz, 2011).

m) Evaluación de características fisicoquímicas:

Se analizó, las características fisicoquímicas como el pH, °Brix y la acidez cada tres días durante un periodo de 21 días en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas.

n) Evaluación de características organolépticas:

Se realizó con un panel de 20 personas; las cuales analizaron las características organolépticas mediante la escala hedónica de cinco puntos en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas.

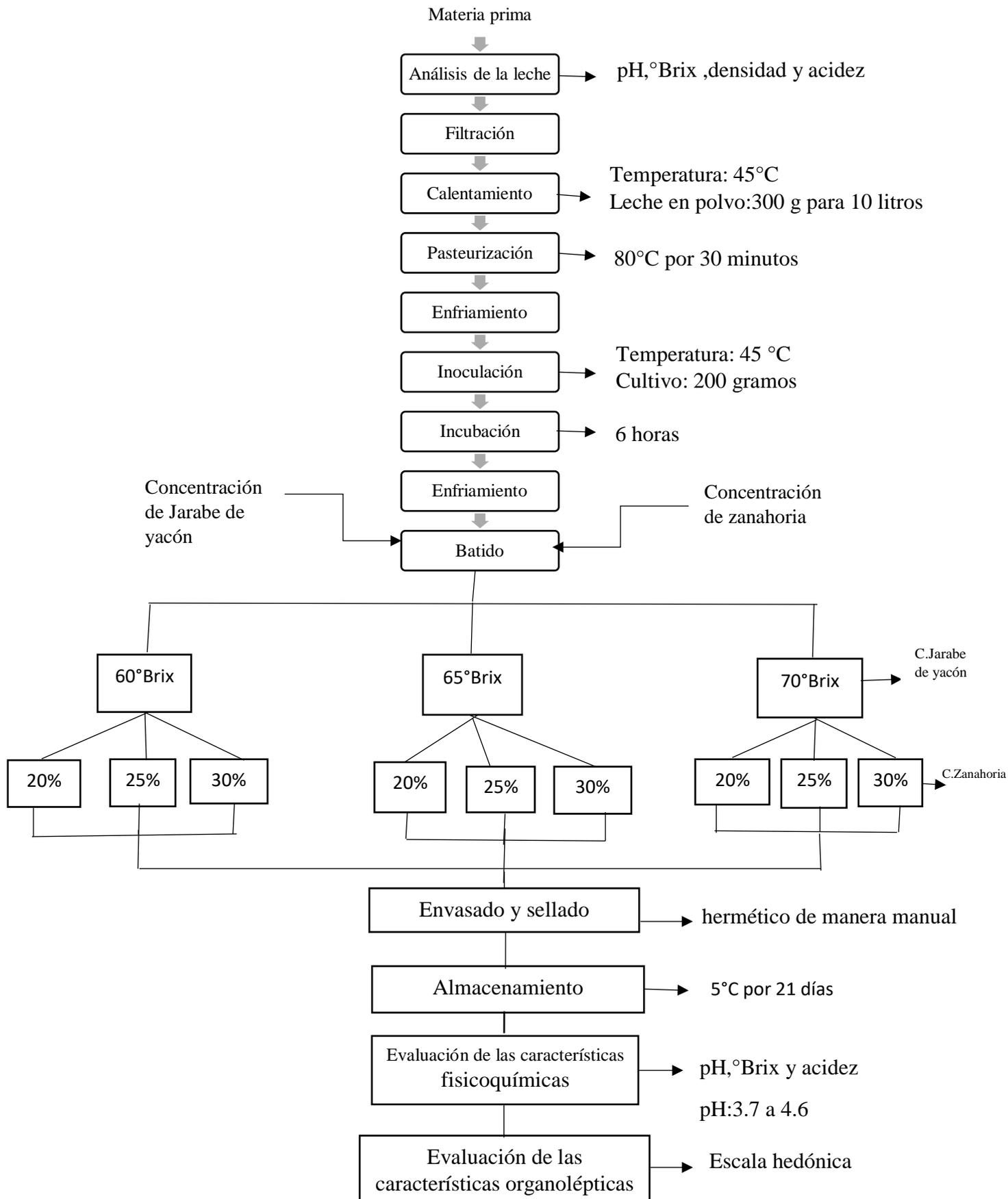


Figura 15. Diagrama de flujo para obtener el yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón.

3.3.Métodos de Control

3.3.1.Análisis fisicoquímico de la leche

3.3.1.1.Determinación del pH

El potenciómetro, utilizado en el análisis fisicoquímico de la materia prima fue calibrado utilizando soluciones tampón padrones de p H 4.00 a 7.00 en un p H-metro digital. Según el método recomendado por la A.O.A.C (Asociación Internacional de Químicos Analíticos,1995) (Anexo 3 (b.1)).

3.3.1.2. Determinación de sólidos Solubles.

El porcentaje de sólidos solubles fue determinado por lectura utilizando el refractómetro expresado en unidad de medida en °Brix.(Anexo 3 (b.2))

3.3.1.3. Determinación de la densidad

Para determinar, la densidad se utilizó un lactodensímetro y un termómetro para medir la temperatura y realizar la corrección de lectura. Se añade 250 ml de leche en una probeta y se introduce el lactodensímetro,+/-0.0003 por cada °C que defiera la temperatura de los 20°C (Anexo3 (b.3)).

3.3.1.4. Determinación de la acidez

La determinación de la acidez, fue determinada mediante titulación de una muestra de 10 mL de leche a la cual agregamos 3 gotas fenolftaleína como indicador y luego se procedió a titular con hidróxido de sodio (NaOH) a la concentración de 0.1 N. La titulación se lleva a cabo hasta que aparezca una coloración rosa por lo menos unos 30 segundos. Se mide la cantidad de agente titulante gastado en la bureta (Anexo3(b.4)).

3.3.2 Análisis del Producto terminado

3.3.2.1. Diseño experimental

Se aplicó un muestreo por conveniencia, siendo una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio donde la muestra está disponible en el tiempo o período de investigación. (Espinoza, 2016). El diseño experimental que se aplicó es completamente del azar (D.C.A) donde los tratamientos en estudio, se obtuvieron del resultado al combinar los factores de jarabe de yacón 1(60°Brix), 2(65°Brix) y 3(70°Brix) y con los porcentajes de zanahoria A(20%), B(25%) y C(30%). Como producto de la combinación se obtuvo nueve tratamientos.

Tabla 12. Tratamientos

Factores	Variables		Jarabe de yacón			% de Zanahoria		
			1	2	3	A	B	C
Jarabe de yacón	1	60 °Brix						
	2	65°Brix						
	3	70° Brix						
Porcentaje de Zanahoria	A	20%						
	B	25%						
	C	30%						

Evaluación organoléptica

Fuente: Elaboración Propia

- **Tamaño de la Unidad Experimental:**
 - ❖ 180 gramos de yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón.
- **Variable independiente:**
 - ❖ Concentración de jarabe de yacón
 - ❖ Concentración de zanahoria
- **Variable dependiente:**
 - ❖ **Aceptabilidad organoléptica del yogurt:** Color,olor,sabor, textura y apariencia general.
 - ❖ **Características Físicoquímicas:** pH,°Brix y acidez.

3.3.2.2. Evaluación organoléptica

Se realizaron 9 muestras de jarabe de yacón de las siguientes concentraciones: 60°Brix, 65°Brix y 70°Brix las cuales contienen diferentes porcentajes de extracto de zanahoria de 20%, 25% y 30%.

3.3.2.2.1. Preparación de la muestra

Las muestras de yogurt de zanahoria con edulcorante de jarabe de yacón fueron preparados en vasos pequeños acondicionándolos en una mesa para presentarlos a los panelistas evaluadores.

A cada panelista se le proporcionó un vaso con agua mineral para luego de probar cada muestra en porciones de 18 gramos. El análisis organoléptico en un ambiente adecuado para su posterior aprobación para ser utilizadas en la investigación. Los atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación organoléptica utilizando la escala hedónica(1 a 5 niveles) la cual se muestra en el (Anexo 6).

Tabla 13. Composición de la formulación del jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*) aplicado a un yogurt de zanahoria(*Daucus carota*)

Ingredientes	FORMULACIONES(cantidad)								
	60°Brix			65°Brix			70°Brix		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Jarabe de yacón(ml)	25	25	25	20	20	20	15	15	15
Extracto de zanahoria(g)	36	45	54	36	45	54	36	45	54
Yogurt(g)	144	135	126	144	135	126	144	135	126

En la tabla 13, como se puede observar se realizó tres repeticiones con tres concentraciones de jarabe de yacón de 60°Brix, donde se añadió a las muestras M1, M2 y M3 (25 mililitros de jarabe de yacón), concentración de jarabe de yacón de 65°Brix se añadió a las muestras M4, M5 y M6 (20 mililitros de jarabe de yacón) y la concentración de jarabe de yacón de 70°Brix se añadió a las muestras M7, M8 y M9 (15 mililitros de jarabe de yacón) los cuales tienen diferentes concentraciones de zanahoria con el 20% de extracto de zanahoria (M1, M4 y M7), 25% de extracto de zanahoria (M2, M5 y M8) y 30% de extracto de zanahoria (M3, M6 y M9). Las cantidades obtenidas de extracto de zanahoria y de yogurt de las nueve muestras se obtuvieron de la siguiente manera:

- ✓ $180 \text{ gramos} * 0.20 = 36 \text{ gramos}$ de extracto de zanahoria
 $180 \text{ gramos} - 36 \text{ gramos de extracto de zanahoria} = 144 \text{ gramos de yogurt}$
- ✓ $180 \text{ gramos} * 0.25 = 45 \text{ gramos}$ de extracto de zanahoria
 $180 \text{ gramos} - 45 \text{ gramos de extracto de zanahoria} = 135 \text{ gramos de yogurt}$
- ✓ $180 \text{ gramos} * 0.30 = 54 \text{ gramos}$ de extracto de zanahoria
 $180 \text{ gramos} - 54 \text{ gramos de extracto de zanahoria} = 126 \text{ gramos de yogurt}$

3.3.2.3. Determinación del pH

El potenciómetro, utilizado en el análisis fisicoquímico de la materia prima fue calibrado utilizando soluciones tampón padrones de pH 4.00 a 7.00 en un pHmetro digital. Según el método recomendado por la A.O.A.C (Asociación Internacional de Químicos Analíticos, 1995) (Anexo 4.1).

3.3.2.4. Determinación de sólidos Solubles.

El porcentaje de sólidos solubles fue determinado por lectura utilizando el refractómetro digital, expresado en unidad de medida en °Brix (Anexo 4.2).

3.3.2.5.Determinación de la acidez titulable

Para determinar la acidez del yogurt, fue determinado mediante titulación de una muestra de 10 g de yogurt a la cual agregamos fenolftaleína como indicador y luego se procedió a titular con hidróxido de sodio(NaOH) a la concentración de 0.1 N. La titulación se lleva a cabo hasta que aparezca una coloración rosa por lo menos unos 30 segundos (Anexo 4.3).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Diferencia significativa:

Las pruebas de significación estadística, se aplican en estudios analíticos que buscan la identificación de las asociaciones causales entre la exposición a factores de riesgo y la presencia de eventos mórbidos. Se debe advertir que el establecimiento de una asociación se fundamenta en la detección de una diferencia entre los grupos comparados que puede ser el principio del azar y no como la expresión de una diferencia real existente entre los grupos comparados (Barrera, 2008).

Ochoa (2014), menciona que es muy importante con que tamaño de muestra estamos trabajando; sin embargo, con muestras muy pequeñas se observan diferencias muy grandes que aún; así no tienen significancia estadística. Esto no significa que esa diferencia no sea real, sino quiere decir que con los datos que tenemos no podemos tener garantía suficiente de que sea real. Por lo tanto, en muestras extremadamente grandes podemos encontrar diferencias significativas pequeñas, que en la práctica no van a resultar informativas.

La diferencia no es estadísticamente significativa cuando se aproxima a cero y cuando no contiene al cero, podremos afirmar que con un 95% de confianza la diferencia entre ambas proporciones es estadísticamente significativa (Franco y Darrigrandi, 2015).

Tabla 14: Hipótesis posibles

Hipótesis Posibles		
Ho	Hipótesis Nula	No hay diferencias significativas entre las muestras (Las diferencias se debe al azar).
H1	Hipótesis Alternativa	La diferencia es estadísticamente significativa, ambas muestras son diferentes en relación a la variable estudiada.

Fuente: Ochoa (2014).

Es virtualmente imposible de obtener resultados con un 100% de certeza, el investigador de forma priori, define el valor de certeza con cual obtiene resultados confiables de estudio. Este valor seleccionado, es lo que se conoce como nivel de significancia y hace referencia a la probabilidad de obtener en estudio un valor tan extremo como el realmente observado si la hipótesis nula fuera cierta (Barrera, 2008).

Para evitar errores los investigadores concentran sus esfuerzos en seleccionar adecuadamente una muestra, controlar variables que afecten los resultados de las mediciones empleando instrumentos válidos y confiables para medir la variable de interés y seleccionar un diseño de la investigación que puedan dar respuesta a las preguntas de investigación que se formulan. Es por estas razones que el concepto de nivel de significancia estadística es tan importante para el estudio debido a que brindan la confianza necesaria al investigador de que sus resultados no son producto del azar. (Barrera, 2008).

En base al concepto de probabilidad, el investigador elige de manera arbitraria que tanto error está dispuesto a aceptar en los resultados de su estudio. Esa elección le permite al investigador decidir si sus resultados son válidos o no, aún sabiendo que siempre existirá la posibilidad de realizar una investigación, cuyos resultados señalan una diferencia, cuando realmente dicha diferencia no existe. Por tradición se han aceptado

generalmente los valores 0.05 o 0.0 (seguridad de acierto del 95% o 99%). Este valor que se denomina valor “p” y su interpretación puede ser expresada en términos generales del siguiente modo un resultado que es significativo al nivel del 0.05 puede ocurrir por azar no más de 5 veces en 100 ensayos” (Barrera , 2008).

4.2. Coeficiente de Variación (C.V)

Es una medida estadística, que indica que tan grande es la desviación estándar en relación a la media. Se utiliza para comparar la variabilidad que existe entre dos conjuntos de datos, siempre que ambos tengan la misma distribución. Se calcula dividiendo la desviación estándar entre la media. El coeficiente de variación se puede expresar en porcentajes (Sheldon, 2007).

$$C.V = \frac{\sigma}{\mu} * 100$$

Tabla 15: Coeficiente de Variación

Coeficiente de Variación	
C.V ≤ 30%	-A menor C.V, mayor homogeneidad en los valores de la variable. -Si el C.V es menor o igual que el 30% significa que la media aritmética es representativa del conjunto de datos. Por lo tanto el conjunto de datos es “Homogéneo” .
C.V ≥ 30%	Si el c.v supera el 30% supera el 30%, el promedio no será representativo del conjunto de datos por lo que resultará “Heterogéneo” .

Fuente: Sheldon (2007)

4.3. Resultados de las materias primas utilizadas en la elaboración del yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón

Antes de elaborar el yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón, se evaluaron fisicoquímicamente para determinar la calidad de la materia prima utilizada en la investigación. La composición fisicoquímica de la zanahoria y el yacón dependen de varios factores como la procedencia de la materia prima, el grado de madurez, etc

- ✓ En el caso de la zanahoria se escogió las zanahorias grandes debido a que son más dulces, firmes y frescas.
- ✓ Para el yacón, se escogió los yacones amarillos debido a que son más dulces considerando que estén firmes y que no presenten magulladuras.

Tabla 16. Análisis fisicoquímico del yacón y la zanahoria

Evaluaciones	Yacón	Zanahoria
Determinación de pH	5.96	5.67
Determinación de Sólidos solubles(°Brix)	9	10.3

Como se observa en la tabla 16, en la investigación se tiene como resultado un pH de 5.96 para el yacón, lo reportado por Hermann *et al*, (2003), el pH 4.2 y 5.8. Según estudios realizados por Castro *et al*, (2003), reportan que las raíces frescas de yacón tienen un valor de pH de 6 a 6.5. Lo cual indica; que el resultado obtenido del pH de las raíces de yacón, está cerca al rango mencionado por los autores.

Según estudios reportados por Hermann *et al*, (2003), en la concentración de azúcares en las raíces de yacón generalmentes esta en un rango de 8°Brix a 12°Brix. El resultado obtenido en el experimento es de 9°Brix; lo cual indica; que se encuentra dentro de los parámetros mencionados por el autor.

El resultado obtenido para el pH de la zanahoria es de 5.67, en comparación por la que obtuvo Primo (1998), un pH de 6,30; lo cual demuestra que el resultado obtenido se encuentra cerca del rango establecido por el autor.

Con referencia a los sólidos solubles obtenido en la investigación es de 10.3 °Brix en la zanahoria en comparación por lo obtenido por Primo (1998), es 8 °Brix.Lo que quiere decir; que el resultado obtenido, se encuentra sobre el rango mencionado por el autor, debido al tipo de suelo, clima y estado de madurez de la zanahoria.

Tabla 17. Análisis fisicoquímico del extracto de la zanahoria

Evaluaciones	Extracto de zanahoria
Determinación de pH	4.2
Determinación de Sólidos solubles(°Brix)	9

Como se observa en la tabla 17, en la investigación se tiene como resultado un pH de 4.2 para el extracto de zanahoria, lo reportado (Campos, 2018), obtuvo un pH 3.55 para el extracto de zanahoria. Lo que quiere decir; que el resultado obtenido, está sobre el rango mencionado por el autor.

Con referencia a los sólidos solubles obtenido en el experimento es de 9 °Brix en comparación por lo obtenido por Valladares (1992), es de 9.80°Brix. Según los estudios realizados por (Gonzales, 2016) es de 10°Brix. Lo cual indica, que el resultado obtenido esta cerca al rango mencionado por el autor.

Tabla 18. Análisis fisicoquímico de la leche

Evaluaciones	Leche
Determinación de pH	6.76
Determinación de Sólidos Solubles(°Brix)	12.8
Densidadde la leche(g/ml)	1.029
Acidez(% de ácido láctico)	0.17

Como se observa en la tabla 18, se tiene como resultado un pH 6.76 para la leche y según la investigación realizada (Alais, 2003) tiene un pH entre 6,5 y 6,7. Según los estudios realizados por (Vélez y Barbosa, 1998), obtuvo un pH de la leche fresca de 6.7. Lo que quiere decir, que el resultado obtenido al ser comparado con los autores mencionados esta en los rangos mencionados por los autores.

Según la Norma Técnica Peruana 202.001(2016), la leche debe tener 11.4°Brix según los resultados de la investigación tiene 12.8°Brix. Según los estudios realizados por

(Viera, 2013), la leche obtuvo 11.91°Brix. Lo que quiere decir, que el resultado obtenido está sobre el rango mencionado por la Norma Técnica Peruana.

Según la Norma Técnica Peruana 202.001(2016), la leche debe tener una densidad 1.0296-1.0340 g/ml según los resultados de la investigación tiene 1.029 g/ml. Según los estudios realizados por (Celis y Juárez 2009), la leche debe tener una densidad entre 1.028 y 1.034 g/ml y lo reportado por (Vélez y Barbosa 1998), obtuvo una densidad de 1.029 g/ml en la leche fresca. Lo que quiere decir; que el resultado obtenido, se encuentra en los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana y por los autores mencionados.

Según la Norma Técnica Peruana 202.001(2016), la leche debe tener una acidez de 0.13% a 0.17% según los resultados de la investigación tiene una acidez de 0.17%. Según los estudios realizados por (Viera, 2013), la leche tuvo una acidez 15.79°Dornic. Lo que quiere decir; que el resultado obtenido, se encuentra en los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana y de los autores mencionados.

4.4. Análisis organoléptico

El análisis organoléptico, se realizó con la intervención de 20 panelistas, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, en el ambiente del Laboratorio de Frutas y Hortalizas, donde se evaluaron los nueve tratamientos de yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón; evaluándose los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia general utilizando la escala hedónica (1 a 5 niveles).

4.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el color

Se puede observar en la tabla 19, los resultados de análisis de varianza (ANOVA), para el color los cuales indican que existe significación estadística para las muestras, dado que, el valor de significación (p-valor=0.002), es menor que 0.05. Este resultado indica, que existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a su color. Es decir que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por el color de una o más muestras.

El coeficiente de variación (C.V=32%), indica la variabilidad de los resultados para el puntaje del color que se encontró en una misma muestra. En el análisis organoléptico; el C.V es igual al 32% para el color, debido a que la evaluación organoléptica, es una prueba subjetiva que es percibida por los órganos de los sentidos de los panelistas.

En la figura 16, se observa que los resultados de la M9 (70°Brix y 30% de zanahoria) obtuvieron un puntaje mayor de 4.05 y la M2 (60°Brix y 25% zanahoria), obtuvo un puntaje menor de 2.90. Estos resultados indican que los panelistas evaluadores presentaron una mayor predilección por la M9.

Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para el color

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	25.194	7	3.599	3.363	0.002
Error	162.650	152	1.070		
Total	187.844	159			

C.V=32%

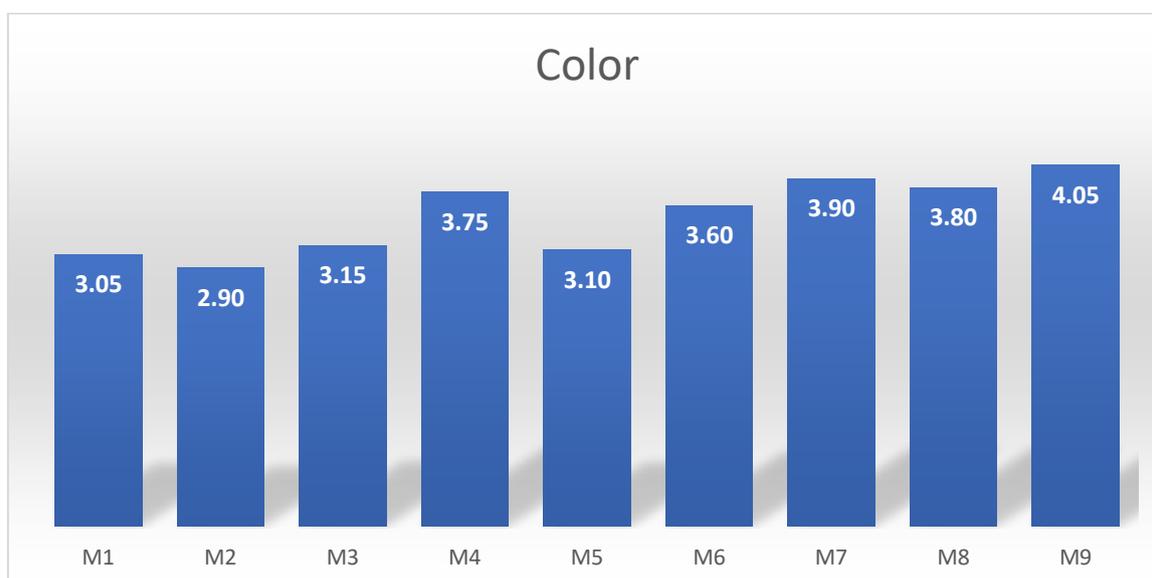


Figura 16. Puntaje del color de las muestras

Flores y Gonzáles (2017), investigaron el efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmódeshidratados. Las rodajas fueron sometidas a tres niveles de concentración de jarabe de yacón: 1(55°Brix), 2 (60°Brix) y 3(65°Brix) y 3 niveles de tiempo de inmersión 1(8 horas), 2(10 horas) y 3(12 horas), obteniendo de acuerdo a los resultados de la concentración del jarabe y el tiempo de inmersión influyen en el color del producto y en la preferencia del consumidor

mostrándose de los nueve tratamientos 33(65°Brix por 12 horas), es el que tiene mayor aceptación significativa para el color. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la M9(70°Brix y 30% de zanahoria), tuvo mayor aceptación por lo que los panelistas debido a la mayor concentración de jarabe de yacón y extracto de zanahoria; lo que dio, un color característico, al yogurt obteniendo un puntaje de 4.05 mayor a las demás muestras.

Chuquizuta y Gongora (2014), evaluaron la Influencia de la concentración del extracto de beterraga (*Beta vulgaris*) y jarabe de yacón concentrado a 70°Brix, para ser utilizado en la elaboración de una bebida nutraceútica aromatizada con menta (*Mentha piperita*). El jarabe de yacón empleado 5%, 10% y 15% en una relación de pulpa y agua 1:1, 1:3 y 1:5. La cantidad óptima de jarabe de yacón de 10% en una relación pulpa y agua 1:1 que fue el tratamiento T2(4,39), que obtuvo mayor preferencia en color y el tratamiento T6 (3,67), tuvo la valoración más baja debido a que posee de jarabe de yacón el 15% en relación pulpa/agua 1:3 para la bebida nutraceútica. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la M9(70°Brix y 30% de zanahoria), tuvo mayor aceptación debido a que existe diferencia estadística en las muestras siendo más agradable para la percepción de los panelistas y obtuvo un mayor puntaje de 4.05 comparado con las demás muestras.

Según estudios realizados por Mina (2016), elaboró un yogurt de fresa mediante diferentes porcentajes de sustitución (25%,50%,75% y 100%), de azúcar común por jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), concentrado a 64°Brix, menciona que el tratamiento T1(25% de jarabe de Jícama), mayor aceptabilidad en el color y el tratamiento T4(100 % de jarabe de Jícama), menor aceptabilidad en el color por los catadores en el yogurt de fresa. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la M9 (70°Brix y 30% de zanahoria), tuvo mayor aceptación debido a que existe diferencia estadística en las muestras por una mayor concentración de jarabe de yacón y extracto de zanahoria que mejoró el color del yogurt para la percepción de los panelistas y se obtuvo un mayor puntaje de 4.05 comparado con las demás muestras.

Según Benítez *et al*, (2011). Evaluaron yogures con una cantidad de fibra de zanahoria de 15% y 25% y omega 3 mediante la adición de nueces utilizando tres tipos de leche: entera, desnatada y sin lactosa, como endulzantes la sacarosa y jarabe de fructosa obteniendo, como resultado que los yogures que presentan un color más vivo son los elaborados con 25% de zanahoria y los que presentan un color más apagado y claro fueron

los yogures preparados con leche entera y 15% de zanahoria. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la M9(70°Brix y 30% de zanahoria), presentaron un color más llamativo y agradable para la percepción de los panelistas.

4.4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor

Se puede observar en la tabla 20, que los resultados de análisis de varianza (ANOVA), para el olor los cuales indican que existe significación estadística para las muestras, dado que, el valor de significación (p-valor=0.011), es menor que 0.05. Este resultado indica, que existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a su olor. Es decir que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por el olor de una o más muestras.

El coeficiente de variación (C.V=37%), indica la variabilidad de los resultados para el puntaje del olor que se encontró en una misma muestra. En el análisis organoléptico, el C.V es igual al 37% para el olor, debido a que la evaluación organoléptica, es una prueba subjetiva que es percibida por los órganos de los sentidos de los panelistas.

En la figura 17, se observa que los resultados la M7(70°Brix y 20% de zanahoria), obtuvo un puntaje mayor de 3.95 y M1(60°Brix y 20% zanahoria), obtuvo un puntaje menor de 2.60. Estos resultados indican que los panelistas evaluadores presentaron una mayor predilección por la M7.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	21.994	7	3.142	2.710	0.011
Error	176.250	152	1.160		
Total	198.244	159			

CV=37%

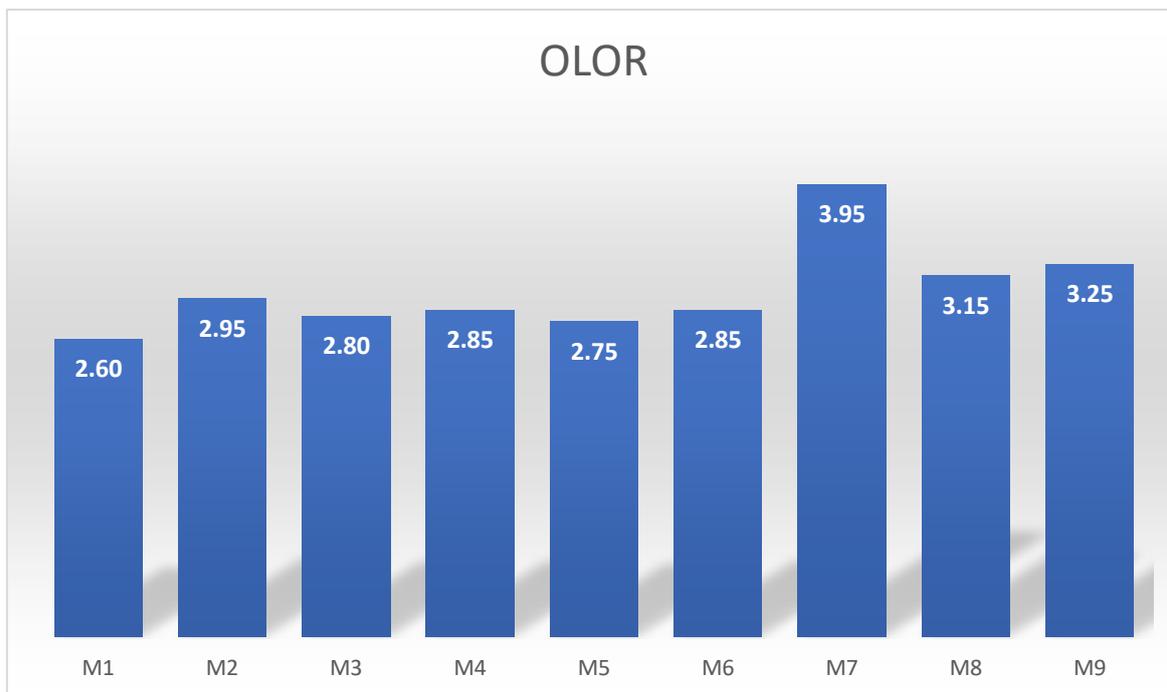


Figura 17. Puntaje del olor de las muestras

Flores y Gonzáles (2017), investigaron el efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratadas. Las rodajas fueron sometidas a tres niveles de concentración de jarabe de yacón: 1(55°Brix), 2(60°Brix) y 3(65°Brix) y 3 niveles de tiempo de inmersión 1(8 horas), 2(10 horas) y 3(12 horas) obteniendo que el tratamiento 33(65°Brix por 12 horas), significativa por los panelistas llegando a la conclusión, que el efecto de la concentración del jarabe y el tiempo de inmersión es que a mayor concentración mejor aceptación con respecto al olor de las rodajas del yacón osmodeshidratadas. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7(70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación debido a que existe diferencia estadística en las muestras indicando que los panelistas percibieron un olor agradable y moderado en el yogurt de zanahoria y obtuvo un mayor puntaje de 3.95 comparado con las demás muestras.

Chuquizuta y Gongora (2014), evaluaron la Influencia de la concentración del extracto de beterraga (*Beta vulgaris*) y jarabe de yacón concentrado a 70°Brix para ser utilizado en la elaboración de una bebida nutraceútica aromatizada con menta (*Mentha piperita*). El jarabe de yacón empleando 5%, 10% y 15% en una relación de pulpa y agua 1:1, 1:3 y 1:5. La mejor aceptación para la bebida nutraceútica fue para el T2(4,22) empleando una relación de pulpa/agua 1:1, con 10% de jarabe de yacón estadísticamente no existió diferencia significativa para los tratamientos. Comparado con nuestros resultados se

puede observar que la muestra M7(70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación con respecto al olor debido a que existe diferencia estadística en las muestras obteniendo un puntaje superior de 3.95 comparado con las demás muestras.

Según estudios realizados por Mina (2016), elaboró un yogurt de fresa mediante diferentes porcentajes de sustitución (25%, 50%, 75% y 100%) de azúcar común por jarabe de jícama(*Smallanthus sonchifolius* concentrado a 64°Brix), menciona que el tratamiento T3(75% de Jícama), mayor aceptabilidad en el aroma y el tratamiento T1(25 % de jarabe de Jícama), menor aceptabilidad en el sabor por los catadores en el yogurt de fresa. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7(70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación con respecto al olor debido a que existe diferencia estadística en las muestras percibiendo un olor agradable y característico obteniendo un puntaje superior de 3.95 comparado con las demás muestras.

4.4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor

Se puede observar en la tabla 21, los resultados de análisis de varianza (ANOVA), para el sabor los cuales indican que existe significación estadística entre las muestras, dado que, el valor de significación (p-valor=0.0001), es menor que 0.05. Este resultado indica, que existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a su sabor. Es decir que los panelistas presentaron mayor predilección por una o más muestras con respecto al sabor.

El coeficiente de variación(C.V=35%), indica la variabilidad de los resultados en el puntaje con respecto al sabor que se encontró en una misma muestra. En el análisis organoléptico el C.V es igual al 35% del sabor, debido a que la evaluación organoléptica, es una prueba subjetiva que es percibida por los órganos de los sentidos de los panelistas.

En la figura 18, se observa que los resultados la M7(70°Brix y 20% de zanahoria) obtuvo un puntaje mayor de 4.1 y M1(60°Brix y 20% zanahoria), obtuvo un puntaje menor de 2.45. Estos resultados indican que los panelistas presentaron una mayor predilección por la M7.

Tabla 21. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	40.800	7	5.829	6.085	0.0001
Error	145.600	152	0.958		
Total	186.400	159			

CV= 35%

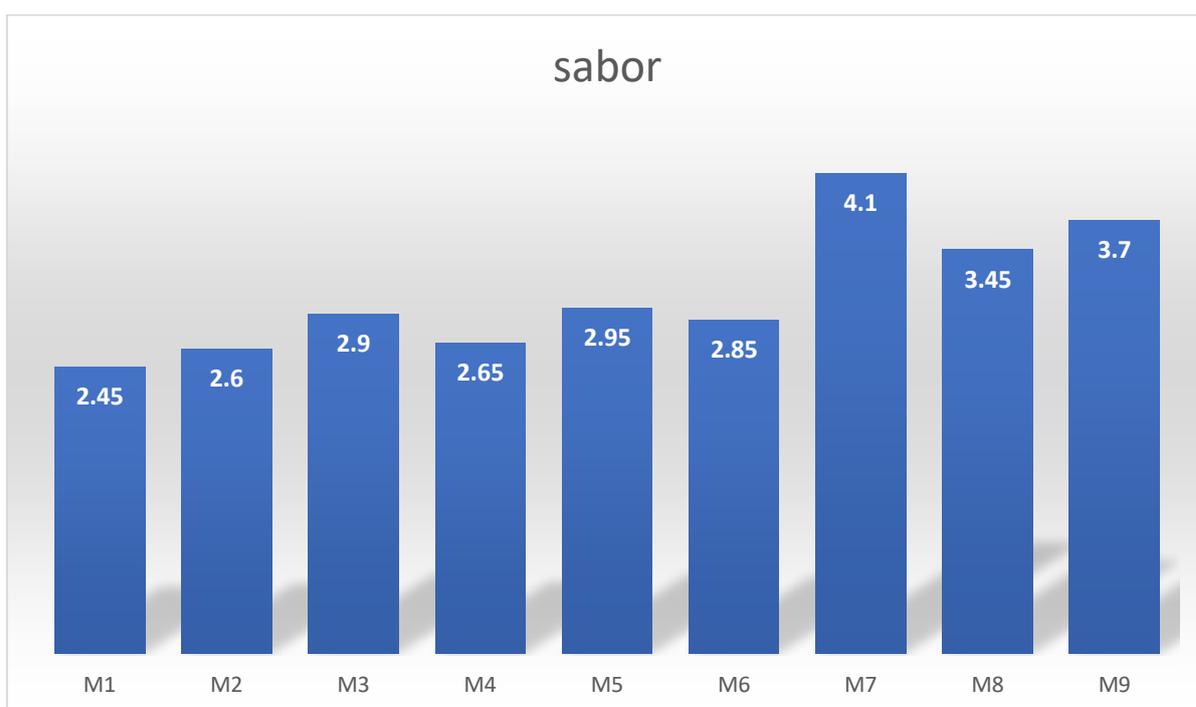


Figura 18. Puntaje del sabor de las muestras

Flores y Gonzáles (2017), investigaron el efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratadas. Las rodajas fueron sometidas a tres niveles de concentración de jarabe de yacón: 1(55°Brix), 2(60°Brix) y 3(65°Brix) y 3 niveles de tiempo de inmersión 1(8 horas), 2(10 horas) y 3 (12 horas), obteniéndose diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, mostrándose que de los tratamientos, tiene la misma aceptación obteniéndose que el tratamiento 33(65°Brix por 12 horas), es la que tiene mayor aceptación significativa con respecto al sabor. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7 (70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación debido a que existe diferencias

altamente significativas por el sabor de una o más muestras de acuerdo a las percepciones personales de cada panelista. Lo cual se demuestra que; a mayor concentración de jarabe de yacón mejor aceptación del yogurt de zanahoria obteniendo un puntaje mayor de 4.1 a comparación de las demás muestras.

Chuquizuta y Gongora (2014), evaluaron la Influencia de la concentración del extracto de beterraga (*Beta vulgaris*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), concentrado a 70°Brix para ser utilizado en la elaboración de una bebida nutraceútica aromatizada con menta (*Mentha piperita*). El jarabe de yacón empleado 5%, 10% y 15% en una relación de pulpa y agua 1:1, 1:3 y 1:5. La mejor aceptación para el sabor fue T2 (4;27) empleando una relación pulpa/agua 1:1 con 10% de jarabe de yacón la valoración más baja T6 (3;38) con 15% de jarabe de yacón. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra M7 (70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación con respecto al sabor debido a que existe diferencia estadística en las muestras obteniendo un puntaje mayor de 4.1 comparado con las demás muestras.

Según estudios realizados por Mina (2016), elaboró un yogurt de fresa mediante diferentes porcentajes de sustitución (25%, 50%, 75% y 100%) de azúcar común por jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), concentrado a 64°Brix, menciona que el tratamiento T3 (75% de jarabe de Jícama) mayor aceptabilidad en el sabor y el tratamiento T1 (25 % de jarabe de Jícama), menor aceptabilidad en el sabor por los catadores en el yogurt de fresa. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7 (70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación debido a que los panelistas percibieron un sabor agradable y característico obteniendo un puntaje mayor de 4.1 a comparación de las demás muestras.

4.4.4. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura

Se puede observar en la tabla 22, que los resultados de análisis de varianza (ANOVA), para la textura los cuales indican que existe significación estadística para las muestras, dado que, el valor de significación (p-valor=0.0001), es menor que 0.05. Este resultado indica, que existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a su textura. Es decir que los panelistas presentaron mayor predilección por la textura de una o más muestras.

El coeficiente de variación (C.V=36%), indica la variabilidad de los resultados que se encontró en el puntaje de la textura en una misma muestra. En el análisis organoléptico

el C.V es igual al 36% de la textura, debido a que la evaluación organoléptica, es una prueba subjetiva que es percibida por los órganos de los sentidos de los panelistas.

En la figura 19, se observa en los resultados que la M7(70°Brix y 20% de zanahoria), obtuvo un puntaje mayor de 3.9 y la M1(60°Brix y 20% zanahoria), obtuvo un puntaje menor de 2.1. Estos resultados indican que los panelistas presentaron una mayor predilección por la M7 .

Tabla 22. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	44.200	7	6.314	7.629	0.0001
Error	125.800	152	0.828		
Total	170.000	159			

CV=36%

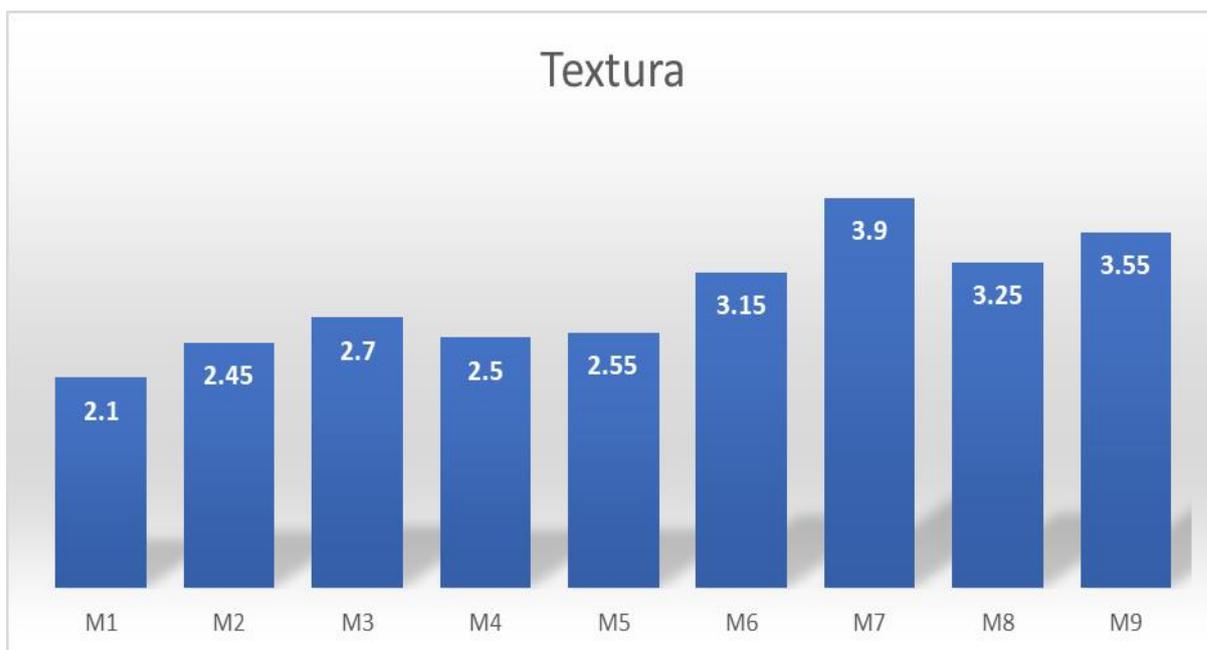


Figura 19. Puntaje de la textura de las muestras

Flores y Gonzáles (2017), investigaron el efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratadas. Las rodajas fueron sometidas a tres niveles de concentración de jarabe de yacón: 1(55°Brix), 2(

60°Brix) y 3 (65°Brix) y 3 niveles de tiempo de inmersión 1(8 horas), 2(10 horas) y 3(12 horas), obteniendo como resultados que indican que el tratamiento 33(65°Brix por 12 horas), es la que tiene mayor aceptación significativa con respecto a la textura. Comparado con nuestros resultados indican que existe diferencias significativas para las muestras. Es decir que los panelistas evaluadores presentaron preferencia por la textura de una o más muestras debido a que los panelistas percibieron una textura más homogénea sin presencia de glóbulos grasos siendo la M7 la que obtuvo un mayor puntaje de 3.9 a comparación de las demás muestras.

Según estudios Benítez *et al*, (2011), indican que los que yogures con un mayor contenido de fibra son más firmes, pero en la valoración sensorial de la textura los catadores prefieren los yogures elaborados con 15% de zanahoria. Comparado con nuestros resultados, indican que existe diferencias significativas para las muestras. Es decir, que los panelistas evaluadores presentaron preferencia por la textura de una o más muestras percibiendo una textura más firme; pero la M7 obtuvo un mayor puntaje de 3.9.

4.4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general

Se puede observar en la tabla 23, los resultados de análisis de varianza (ANOVA), para la apariencia general, los cuales indican que existe significación estadística para las muestras dado que, el valor de significación (p-valor=0.001), es menor que 0.05. Este resultado indica, que existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a su apariencia general. Es decir que los panelistas presentaron mayor predilección por la apariencia general de una o más muestras.

El coeficiente de variación (C.V=31%), indica la variabilidad de los resultados en el puntaje con respecto a la apariencia general que se encontró en una misma muestra. En el análisis organoléptico; el C.V es igual al 31% de la apariencia general, debido a que la evaluación organoléptica, es una prueba subjetiva que es percibida por los órganos de los sentidos de los panelistas.

En la figura 20, se observa en los resultados la M7(70°Brix y 20% de zanahoria), obtuvo un puntaje mayor de 4.25 y M3(60°Brix y 30% zanahoria), obtuvo un puntaje menor de 3. Estos resultados indican que los panelistas evaluadores presentaron una mayor predilección por la M7.

Tabla 23. Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	29.400	7	4.200	3.936	0.001
Error	162.200	152	1.067		
Total	191.600	159			

CV=31%

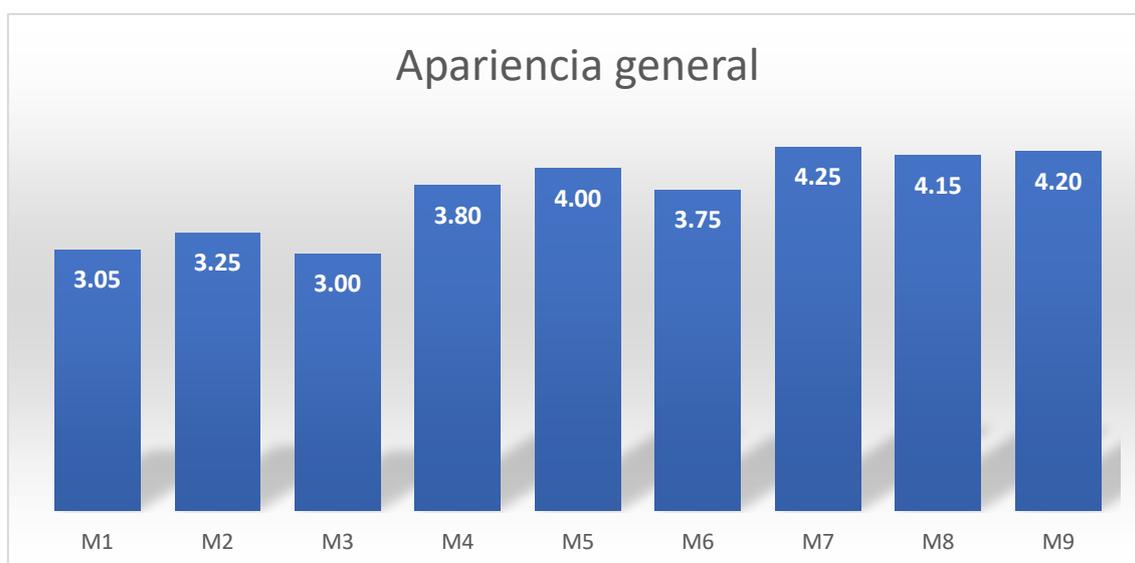


Figura 20. Puntaje de la apariencia general

Según Flores y Gonzáles (2017), según los resultados obtenidos en los paneles de evaluación sensorial para las hojuelas osmodeshidratadas para los nueve tratamientos mediante la escuela de evaluación hedónica empleado (1-5) donde evaluaron los atributos como color, sabor, olor y textura. Llegando a la conclusión que la concentración del jarabe (65°Brix por 12 horas), tuvo una mejor aceptación de las rodajas del yacón osmodeshidratadas y el tiempo de inmersión influyo en la aceptación del consumidor. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7(70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación organoléptica debido a que fue más agradable para los panelistas evaluadores, debido a la mayor concentración de jarabe de yacón haciéndolo más agradable para los panelistas; se concluye la hipótesis planteada que la

concentración de jarabe de yacón aplicado como edulcorante en el yogurt de zanahoria influye significativamente en su aceptabilidad organoléptica.

Según estudios realizados por Mina (2016), elaboró un yogurt de fresa mediante diferentes porcentajes de sustitución (25%,50%,75% y 100%), de azúcar común por jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), concentrado a 64°Brix, obteniendo como resultados que el tratamiento T3(75% de Jícama) y T2(50 % de jarabe de Jícama) tuvo mayor aceptabilidad y menor aceptabilidad el tratamiento T1(0 % de jarabe de Jícama) en el yogurt de fresa. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7(70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación organoléptica debido a que fue más agradable para los panelistas evaluadores debido a la mayor concentración de jarabe de yacón, haciéndolo más agradable con respecto al color, olor, sabor y textura para la percepción de los panelistas evaluadores, quienes dieron un puntaje mayor de 4.25 en comparación de las demás muestras.

Chuquizuta y Gongora(2014), evaluaron la Influencia de la concentración del extracto de beterraga (*Beta vulgaris*) y jarabe de yacón concentrado a 70°Brix para ser utilizado en la elaboración de una bebida nutraceútica aromatizada con menta (*Mentha piperita*). EL jarabe de yacón empleado 5%, 10% y 15% en una relación de pulpa y agua 1:1,1:3 y 1:5.La mejor aceptación para el aspecto general de la bebida fue para el T2 (4,05) cuando se empleó una relación de pulpa/agua 1:1 con 10% de jarabe de yacón y el T3 y T6 (3,66) tuvo la valoración más baja. Comparado con nuestros resultados se puede observar que la muestra 7(70°Brix y 20% de zanahoria), tuvo mayor aceptación organoléptica debido a que fue más agradable para los panelistas evaluadores debido a que el jarabe de yacón mejoró el color, olor, sabor, textura y la apariencia general del yogurt de zanahoria haciéndolo más agradable y presentable para los panelistas.

4.5. Análisis fisicoquímico del Producto Final

A continuación, se muestra los resultados del análisis fisicoquímico del yogurt edulcorado con jarabe de yacón. Las nueve muestras analizadas en el laboratorio de Frutas y Hortalizas cada tres días durante un periodo de 21 días (Anexo 4).

4.5.1. Análisis de varianza ANOVA para el pH

En la tabla 24,se observa que los resultados del análisis de la varianza (ANOVA), para el pH los cuales indican, que no existe significación estadística entre las muestras, dado que el valor de significación (p-valor=0.702), es mayor que 0.05.Este resultado indica,

que no existen diferencias significativas entre las muestras con respecto al pH (Anexo 4,1).

El coeficiente de variación(CV=7%), indica la variabilidad de los resultados para el pH que se encontró en una misma muestra. El C.V del pH obtenido como resultado,es igual al 7 % siendo menor que el 30%; lo cual quiere decir, que la media aritmética es representativa del conjunto de datos analizados de las muestras.Por lo tanto el conjunto de datos analizados de las muestras es “Homogéneo” (Sheldon, 2007).

Tabla 24. Análisis de varianza ANOVA para el pH

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	0.462	8	0.058	0.687	0.702
Error	5.296	63	0.084		
Total	5.758	71			

CV=7%

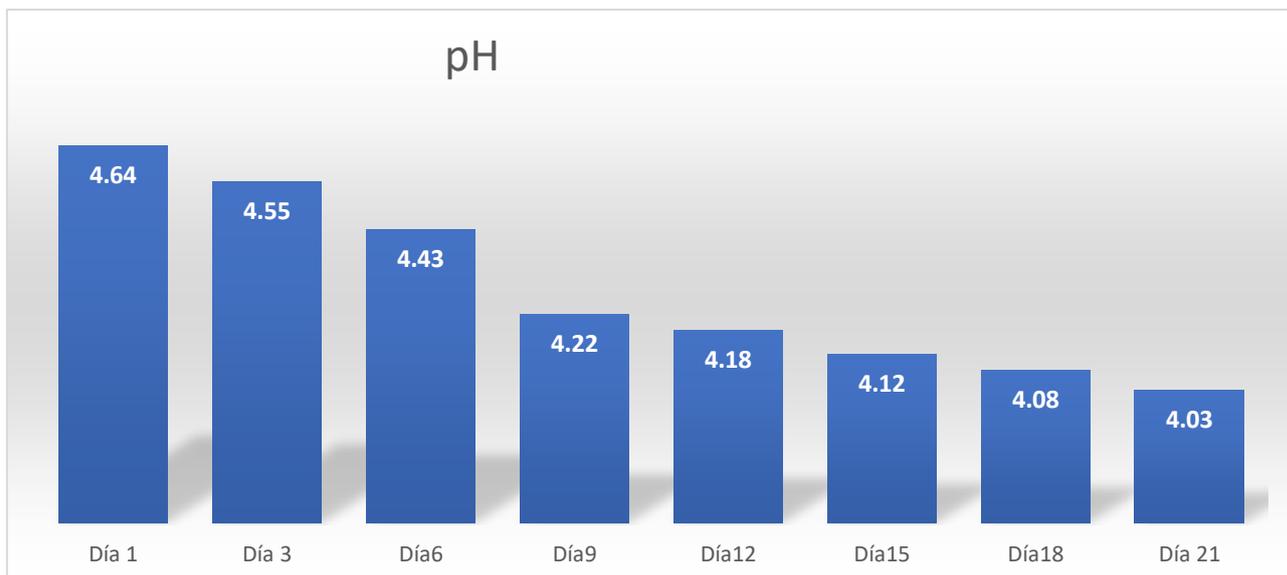


Figura 21. pH de la muestra 7

En la figura 21, se observa que el pH disminuye con el transcurso de los días de manera rápida considerando que el pH, es de mucha importancia debido a que es un indicador de que los microorganismos pueden estar presentes o desarrollarse y deteriorar el yogurt. (Aiatriste, 2002). Los valores de pH obtenidos se encuentran dentro del rango esperado de 3,7 y 4,6 (Rivas 2000).

Tabla 25. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para el pH

Categoría	Medias	
	LS(Y)	Grupos
M1	4.466	A
M2	4.443	A
M5	4.429	A
M4	4.396	A
M3	4.353	A
M9	4.331	A
M7	4.281	A
M6	4.250	A
M8	4.239	A

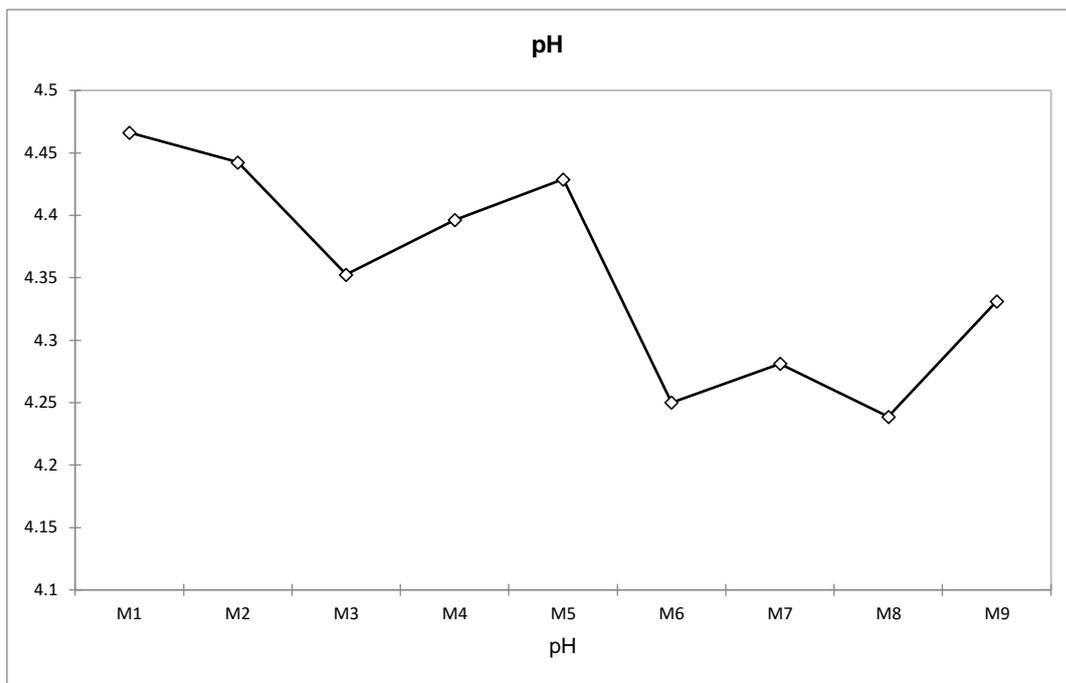


Figura 22. Datos promedio obtenidos en la evaluación fisicoquímica del pH para cada muestra.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad en la tabla 25, observándose que los resultados obtenidos la M1(60°Brix y 20% de zanahoria), con un pH 4.466 es superior estadísticamente a las demás muestras siendo la concentración M8(70°Brix y 25% de zanahoria), la que presentó un pH de 4.239, que es inferior a las demás muestras. El pH promedio de las muestras es de 4.354 con una disminución promedio de 0.105 por día y una varianza de 0.081. Se evaluaron cada tres días durante un periodo de 21 días, indicando que existe diferencias altamente significativas entre las muestras con respecto al pH.

Según Palacios (2006), de acuerdo al real decreto 179/2003 (2003), establece que todos los yogures deberán tener un pH igual o inferior a 4.6. De acuerdo a los resultados obtenidos se encuentran dentro de la norma. Siendo el pH del yogurt una de sus propiedades principales debido a que en su elaboración se busca disminuir el pH de la leche entre 6.5 a 6.7 para poder llegar al pH del yogurt, lo cual contribuye al olor y sabor característico (Iescas, 2001).

4.5.2. Análisis de varianza ANOVA para los °Brix

En la tabla 26, se observa que los resultados del análisis de la varianza (ANOVA), para los °Brix; los cuales indican que existe significación estadística entre las muestras, dado que, el valor de significación (p-valor=0.0001), es menor que 0.05. Este resultado indica que existe diferencias significativas entre las muestras con respecto a los °Brix (Anexo 4,2).

El coeficiente de variación (CV=11%) indica la variabilidad de los resultados para los °Brix que se encontró en una misma muestra. El C.V de los °Brix obtenido como resultado, es igual al 11 % siendo menor que el 30%; lo cual quiere decir, que la media aritmética es representativa del conjunto de datos analizados de las muestras. Por lo tanto el conjunto de datos analizados de las muestras es “Homogéneo” (Sheldon, 2007).

Tabla 26. Análisis de varianza ANOVA para los °Brix

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	112.237	8	14.03	8.781	0.0001
Error	100.662	63	1.598		
Total	212.9	71			

CV=11%

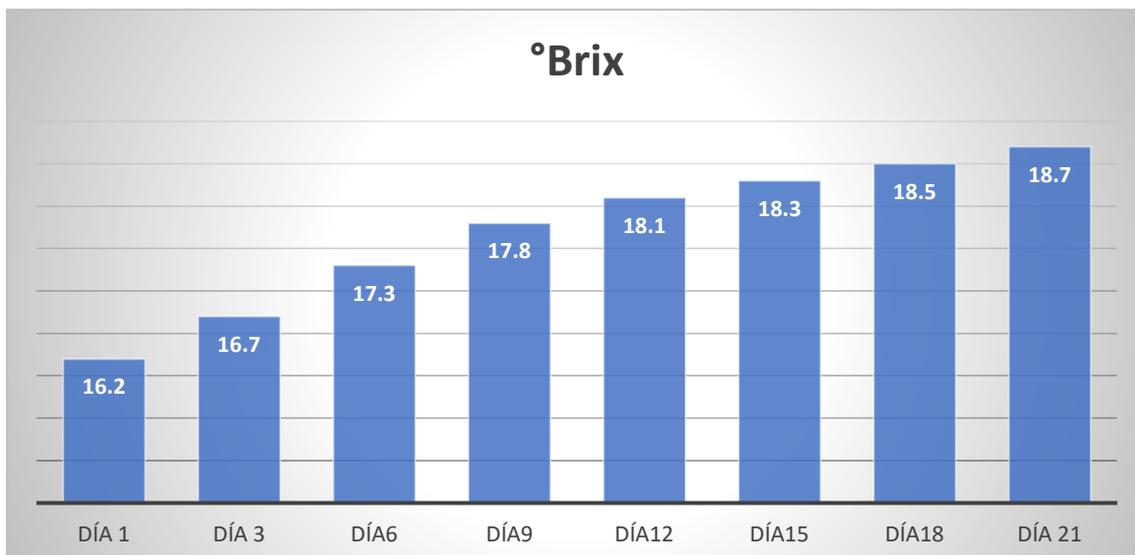


Figura 23. °Brix de la muestra 7

En la figura 23, se observa que los °Brix han aumentando con el transcurso de los días de manera rápida. Según lo que menciona Norma Técnica Peruana 202.092 (2004), para cualquier tipo de yogurt debe tener un mínimo de 11,2°Brix y los resultados obtenidos se encuentran sobre el mínimo.

Tabla 27. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los °Brix

Categoría	Medias LS	Grupos		
M8	17.188	A		
M4	16.838	A		
M7	16.838	A		
M5	16.138	A	B	
M1	15.700	A	B	C
M9	15.337	A	B	C
M3	14.173		B	C
M6	13.989			C
M2	13.738			C

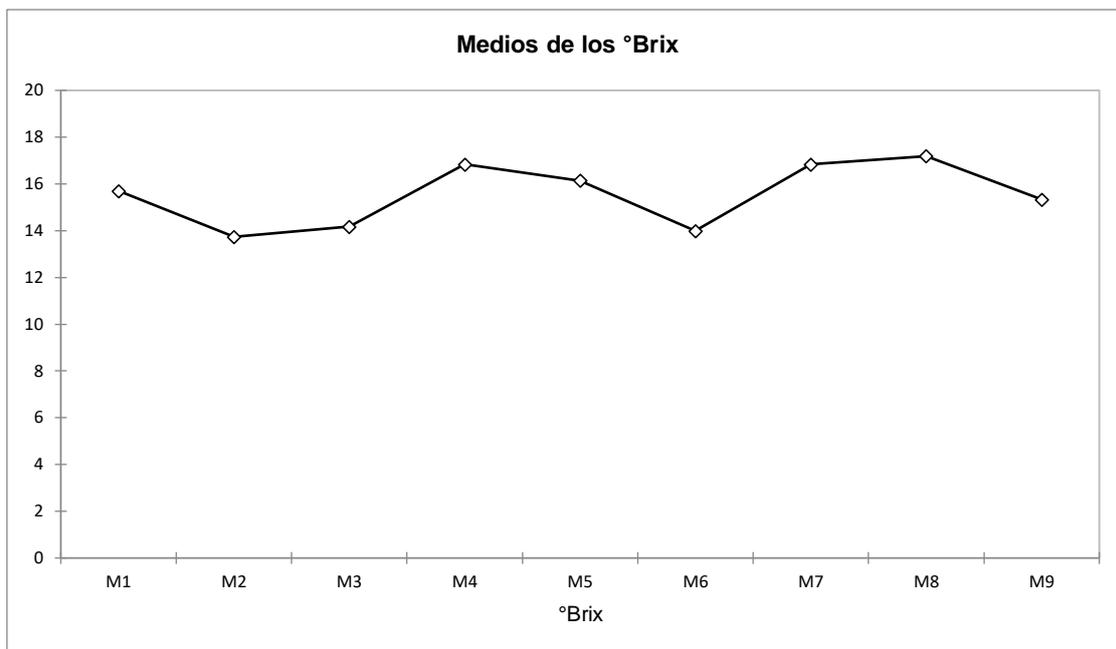


Figura 24. Datos promedio obtenidos en la evaluación fisicoquímica de los °Brix para cada muestra.

En la tabla 27, observándose las diferentes concentraciones de jarabe de yacón aplicado en el yogurt de zanahoria donde M8(70°Brix y 25% de zanahoria), es superior estadísticamente a las demás muestras con 17.188°Brix y presentando la M2 (60°Brix y 25% de zanahoria), es inferior a las demás muestras con 13.738. Los grados °Brix promedio de las muestras es de 15.548°Brix con un aumento promedio de 0.415°Brix por día y una varianza de 2.999°Brix. Se evaluaron cada tres días durante un periodo de 21 días, indicando que existe diferencias altamente significativas entre las muestras con respecto a los °Brix. Según lo que menciona Norma Técnica Peruana 202.092 (2004), los sólidos solubles (°Brix), para cualquier tipo de yogurt debe tener un mínimo de 11,2°Brix. Según los resultados obtenidos se encuentra los resultados de los °Brix sobre el mínimo.

4.5.3. Análisis de varianza ANOVA para la acidez

En la tabla 28, se observa que los resultados del análisis de la varianza (ANOVA), para la acidez; los cuales indican que no existe una significación estadística para las muestras dado que el valor de significación (p-valor=0.726), es mayor que 0.05. Este resultado indica que no existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a la acidez (Anexo 4,3).

El coeficiente de variación (CV=15%) indica la variabilidad de los resultados para la acidez que se encontró en una misma muestra. El C.V de la acidez obtenido como resultado, es igual al 15 % siendo menor que el 30%; lo cual quiere decir, que la media

aritmética es representativa del conjunto de datos analizados de las muestras. Por lo tanto el conjunto de datos analizados de las muestras es “Homogéneo” (Sheldon, 2007).

Los resultados obtenidos a medida que pasaron los días; el porcentaje de ácido láctico, han aumentado en el transcurso de los días como se observa en la figura 25.

Tabla 28. Análisis de varianza ANOVA para la acidez

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F.calculado	p-Valor
Formulación	0.121	8	0.015	0.658	0.726
Error	1.451	63	0.023		
Total	1.572	71			

CV= 15%

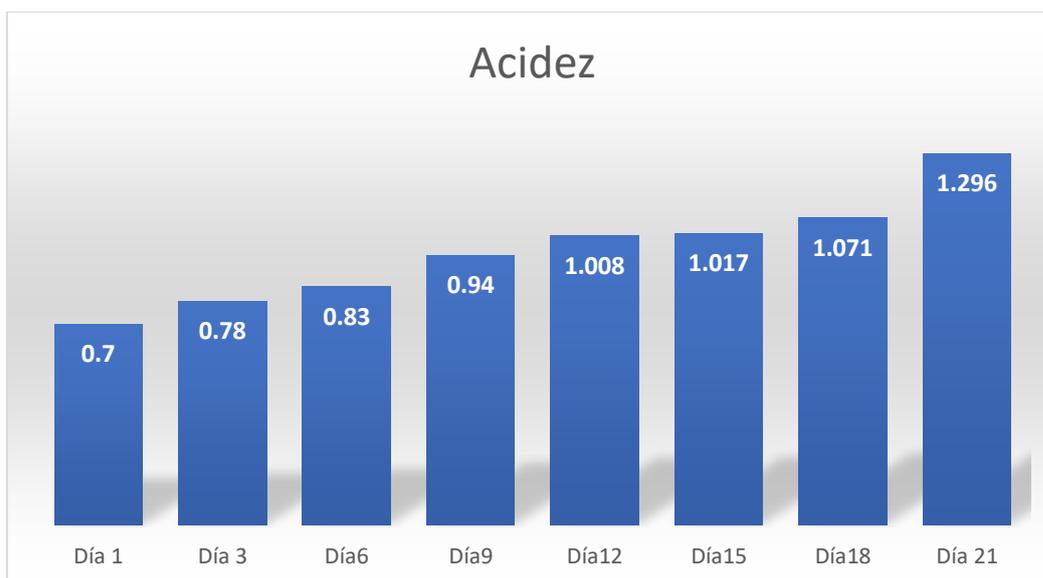


Figura 25. Porcentaje acidez de la muestra 7

En la figura 25, se observa la M7 indica que la acidez, han aumentando con el transcurso de los días y se encuentra dentro de los parámetros de la Norma Técnica Peruana 202.001(2004) entre 0.6% a 1.5% expresado en ácido láctico %(m/m). Es importante debido a que depende de la producción de ácido láctico afectando la textura y sabor del producto.

Tabla 29. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la acidez

Categoría	Medias LS	Grupos
M6	1.052	A
M5	1.038	A
M8	0.995	A
M1	0.962	A
M4	0.956	A
M7	0.955	A
M9	0.952	A
M2	0.942	A
M3	0.927	A

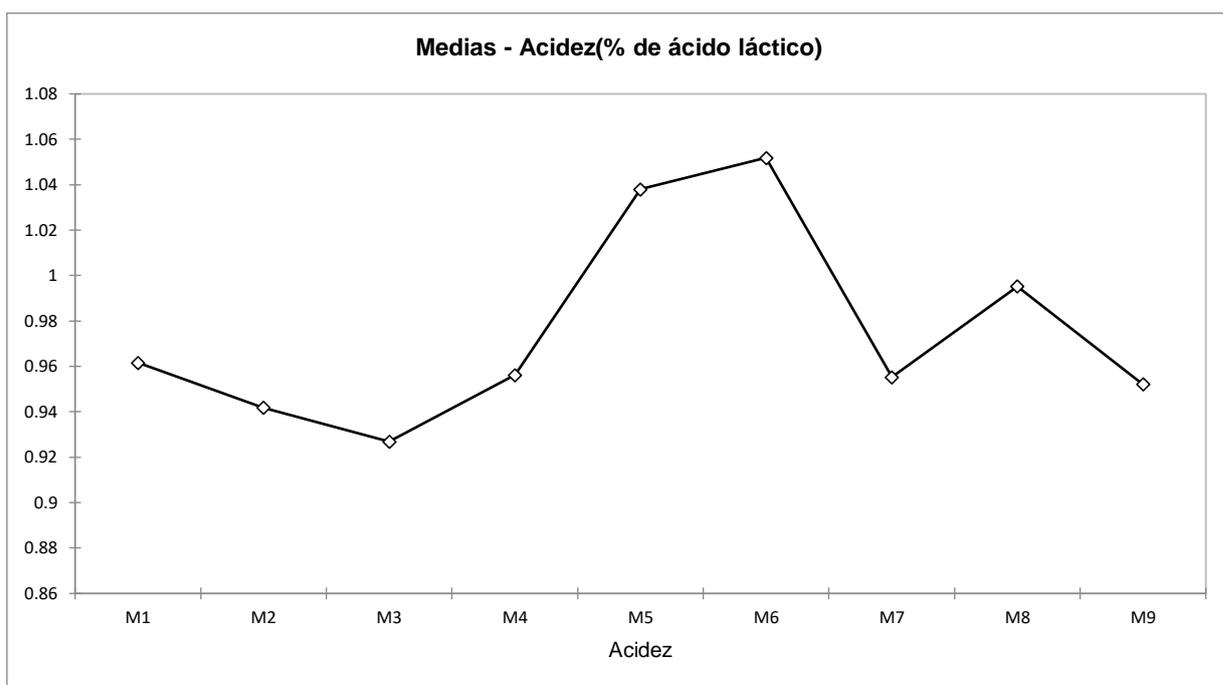


Figura 26: Datos promedio en la evaluación fisicoquímica de la acidez para cada muestra.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad observándose en la tabla 29, que los resultados obtenidos la M6(65°Brix y 30% de zanahoria) con una acidez, 1.052% es superior estadísticamente a las muestras siendo la concentración M3(60°Brix y 30% de zanahoria), la que presentó una acidez 0.927% que es inferior a las demás muestras. La acidez promedio de las muestras (expresada en porcentaje de ácido láctico), es de 0.975% con un aumento promedio de 0.053% por día y una varianza de 0.022%, cada tres días durante un periodo de 21 días , indicando que existe diferencias significativas entre las muestras con respecto a la acidez.

Según lo que menciona Norma Técnica Peruana 202.001(2004), la acidez para cualquier tipo de yogurt se encuentra entre 0.6% a 1.5% expresada en ácido láctico %(m/m). El resultado de la muestra analizada se encuentra dentro del parámetro aceptable por la norma. La acidez, es una propiedad importante debido a que es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse y deteriorar el alimento, debido al aumento de la acidez por la producción de ácido láctico ocasiona la coagulación de la caseína afectando la textura y el sabor del producto (Fennema, 1996).

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón, que logro una mayor aceptabilidad organoléptica fue de 20% de extracto de zanahoria, representado por un volumen de 33,676 mililitros de extracto.
- La concentración de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) más aceptable de acuerdo a la evaluación organoléptica fue 70°Brix (15 mililitros) para elaborar un yogurt de zanahoria.
- EL pH promedio de las muestras es de 4.354 con una disminución de 4,64 a 4,03. Los grados °Brix promedio de las muestras es de 15.548°Brix con un aumento de 16,2°Brix a 18,7°Brix y la acidez promedio de las muestras (expresada en porcentaje de ácido láctico), es de 0.975% con un aumento de 0,7% a 1,296% con una frecuencia cada tres días durante un periodo de 21 días.

5.2.Recomendaciones

- Realizar estudios más profundizados del análisis fisicoquímico del yogurt de zanahoria edulcorado con el jarabe de yacón, analizando su viscosidad, sinérisis, grasa, proteína, cenizas y sólidos totales; ya que en la actualidad no existe suficiente información acerca de este producto alimenticio.
- Realizar estudios de vida útil de productos procesados usando jarabe de yacón como edulcorante.
- Determinar las propiedades funcionales del jarabe de yacón.
- En posteriores investigaciones, las pruebas de aceptabilidad deben estar orientadas a niños que padezcan de obesidad y diabetes.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y nutrición. 2010. Reglamentación técnica sanitaria para la elaboración de venta y jarabes. Barcelona. 5280 - 5284p.
- Aguila,A.1990. Saborización del yogurt con frutas: Aguaje (Maurilla flexuosa),papaya (Carica papayaL.), zapote (Matisia cordata H.B) y pia(Ananas camosus) .Título Professional de, Ingeniero en Ciencias Agrarias Especialidad de Industrias Alimentarias. Tingo María. Perú .Universidad Nacional Agraria de la Selva.140p.
- Agudelo,S.2000. Producción de zanahoria (*Daucus carota L.*). Revista de ciencia Agrícola. (supl.1):20
- Alais Ch. 1985. Ciencia de la Leche. Principio de Técnica Lechera. Editorial Reverté. Barcelona, España. 873 p.
- Alais,Ch. 1984. Ciencia de la leche. 7 ed. México, D.F.
- Alanoca, J. C. 2005. Producción de la zanahoria (*Daucus carota L.*) bajo riego con cintas de aspersión bajo tres niveles de humedad y dos niveles de fertilización. Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. La Paz-Bolivia. Universidad del Salvador. 35 p.
- Alles MS, de Roos NM, Bakx JC, van de Lisdonk E, ZockPL y GA Hautvast. 1999. Consumo de los fructooligosacáridos no afectan favorablemente glucosa en sangre y concentraciones de lípidos en suero en pacientes con diabetes tipo 2. American Journal of Nutrición clínica 69: 64-69.
- Altamirano,I.S.2011. Elaboración de control de la calidad de yogurt con zapallo endulzado con stevia para pacientes diabéticas Riobamba Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1624/1/56T00295.pdf>
- Amaya, J. 2000. Efectos del aumento de dosis de nitrógeno y potasio en productividad del yacón. Tesis de título de Master en Agronomía. Botucatu -Brasil. Universidad Estatal Paulista Julio de Mesquita Filho.58 p.

- Anzaldúa, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. España: acribia.
- Andersson HB, Ellegård LH e IG Bosaeus. 1999. Características no digestibles de inulina y oligofructosa en humanos. *Revista de Nutrición* 129:1428S-1430
- Bautista, M;Reyna,L; Cornejo, O.2007. Procesamiento del jarabe de yacón y determinación de la Inulina.Universidad Nacional de San Marcos. Lima. Perú.58-59p.
- Barrera,M.2008. Diferencias estadísticamente significativas vs. relevancia clínica. Universidad CES. Medellín, Colombia.9p.
- Bello. J.2000. Ciencia bromatológica: Principios generales de los Alimentos. Editorial Ediciones Díaz de Santos Madrid, España.
- Bello.J.2000. Ciencia Bromatológica. 1ed. Universidad de Navarra.Madrid. España.596p.
- Benítez, L; Pagán, M; García, P. 2011. Formulación de un yogurt de zanahoria. Master en ciencia e ingeniería de alimentos. Valencia-España. Universidad Politécnica . 20p.
- Buendía, M.2016. Elaboración, Producción y Comercialización de Derivados Lácteos. Lima, Perú. Editorial Macro.
- Buthler y Rivera. 2004. Innovaciones en el procesamiento Tecnológico de yacón. Centro Internacional de la papa. Lima. Perú. 18-20p.
- Barberies, S .2002. Bromatología de la leche.1ed.Editorial Hemisferio Sur.S.A.Buenos Aires.Argentina.228p.
- Cajachagua, M. y Tolentino, R. .1996. “Obtención de Extracto de Zanahoria por Vía de Maceración Enzimática”. Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Huancayo – Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 122p.
- Castrejon, V; Carbó, R ;Martínez, M. Mecanismos Moleculares que intervienen en el Transporte de la Glucosa. Instituto Nacional de Cardiología. México.49-57p.
- Campos. 2018. Procesamiento integral de la zanahoria (*Daucus carota* Subsp. Sativus) para la elaboración de jalea y harina.Título Profesional de Ingeniero de Ingeniero Químico. Lima-Callao. 148p.

- Castro,A; Céspedes,G; Bergenstahl, B., Tornberg, E. 2003. Fibra dietética, fructooligosacáridos y propiedades fisicoquímicas de suspensiones acuosas homogeneizadas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Food Research International, 50 (1), 392-400.
- Cajachagua, M. y Tolentino, R. 1996. Obtención de Extracto de Zanahoria por Vía de Maceración Enzimática. Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.Huancayo – Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú.122p.
- Céliz,M y Juárez, D.2009.Microbiología de la leche. Seminario de procesos fundamentales-físico-químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en Medio Ambiente. Laboratorio de Química F.R.Universidad Tecnológica Nacional de Argentina.
- Cruz,G y Cruz,V .2011. Efecto de la Adición de Pulpa de Chicuro (*Stangea Henrici*) a diferentes concentraciones en las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt prebiótico.Universidad Nacional del Centro del Perú.Tarma-Perú.115p.
- Ciro, A.1993. Manual de manejo y análisis alimentario postcosecha de granos a nivel rural. oficina regional de la FAO América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Iberoamérica.
- Chávez, O. 1986. Sustitución parcial de la leche de vaca por leche de soya en la elaboración de yogurt. Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Tingo Maria.Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 154p.
- Chacón,A ; Pineda, M; Méndez, S.2013. Efecto de la Proporción de leche bovina y caprina en las características de dulce de leche. Agronomía Mesoamericana. 20p.
- Chuquizuta, L. y Góngora, E. 2014. Influencia de la concentración del extracto de beterraga(*Beta vulgaris*) y jarabe de yacón(*Smallanthus sonchifolius*) en la elaboración de una bebida nutraceútica aromatizada con menta(*Mentha piperita*). Título profesional de Ingeniero Industrial. Ciudad de Chachapoyas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Perú. 61p.
- Cruz, G y Cruz, V (2011). Efecto de la Adición de Pulpa de Chicuro(*Stangea Henrici*) a diferentes concentraciones en las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt prebiótico. Universidad Nacional del Centro del Perú.Tarma-Perú.115p.

- CODEX ALIMENTARIO.1992. “Zumó (jugo) de Legumbres”. Codex Stand 179-1991
- Cordero, C. 1989. Elaboración de una Mezcla Instantánea a Base de Maíz amarillo duro, Quinoa, Soya, Zanahoria y Espinaca”. Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias . Lima – Perú Universidad Nacional Agraria La Molina .
- Coronado,M; Vásquez, M; Vega y León, S;Radilla,C.2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana.Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México.206-212p.
- Council,R. 1989. Cultivos perdidos de los incas: poco conocidos de los Andes con promesa de Cultivo mundial. Washington D.C: National Academy Press
- Cruzado, A y Cecilia. 2017. Elaboración y exportación de Jarabe de yacón. Lima. Perú.20p.
- Domene y Segura 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la Industria Agroalimentaria.Cajamarca.Perú.
- Early, R. 2000. Tecnología de los productos lácteos. Universidad privada Antenor Orrego, Perú.
- Early, R.2000. Tecnología de los productos lácteos. Universidad privada Antenor Orrego, Perú.
- Espinoza,I.2016. Tipos de muestreo. Unidad de Investigación científica. Honduras.
- Esteró Del S,2009. Composición de la leche y valor nutritivo.Ganadería.Consultado el 1 de agosto del 2009. Disponible en http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm
- FAO-PNUD. 1984. Elaboración de productos lácteos. Serie manuales para educación agropecuaria. Industrias rurales. Trillas. México.
- Fennema, O. R.1996. Química de los alimentos. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España. 38-47, 56-78p.
- Flores, V y González, H. 2017. Efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratado. Título Profesional de ingeniero de Industrias alimentarias. Lambayeque. Perú.Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. 96p.

- Franco,C y Darrigrandi,F.2015.Diferencias estadísticamente significativas. Consultado:
<https://reporterodedatos.com/equipo/>
- Galindo y Paredes. 2002."Efecto del zumo smallanthus sonchifolius"Yacón"sobre los niveles de glucosa en ratas con k experimental" .Título Profesional de Farmacia y Bioquímica. Universidad Católica de Santa María. ciudad de Arequipa Perú. 121p.
- Gamboa,W.2013. Instrumentación y estandarización del proceso para la elaboración del yogurt mediante el monitoreo de variables analíticas(pH y temperatura). Santiago de Querétaro. México.71.p.
- García, J y Garcia, J. 2013. Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación.Consultado 4 jul. 2013.
Disponiblehttp://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S021216112013001000003
- García, L y Lara P.1998. "Diseño Estadístico de Experimentos. Análisis de la Varianza." Grupo Editorial Universitario.
- Garcia,J y Garcia,J.2013. Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación.España.Madrid.Vol.28.
- Gaviño, R. 2019. Efecto de la adición de proteína de suero de leche concentrado y tiempo de almacenamiento sobre la acidez,viscosidad,sinéresis,recuento de bacterias lácticas y aceptabilidad general en el yogurt bebible. Tesis de licenciatura. Trujillo. Universidad privada Antenor Orrego, Perú. 69p.
- Genta, S.; Cabrera, W.; Habib, N.; Pons, J.; Manrique, I.; Grau, A.; Sánchez, S. 2009. Jarabe de yacón: efectos beneficiosos sobre la obesidad y la resistencia a la insulina.en humanos 28: 182-187p.
- Gill,M.1970. Botánica Agrícola. Ed. Acribia. Zaragoza. España
- Gonzáles,A.2006. Establecimiento de una curva de acidificación del yogur Zamorano. Proyecto de graduación del programa de ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Ciudad de Honduras,Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.32p.
- Gonzales,A.2016. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de untables naturales. Tesis para optar al grado de químico de

- Alimentos.Toluca.Estado de México.Universidad Autonoma del Estado de México.107 p.
- González.2018. Diabetes. Consultado en 12 nov.2018. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2001/un011i.pdf>
- Hernández, v.M.2003."cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango.Tesis para optar al título Profesional de Ingeniería de Alimentos.Universidad de las Américas Puebla.México.
- Hermann, M ,Manrique, I y Párraga, A.2003. Jarabe de yacón y principios de procesamiento. Edición en Español: Zoraida Portillo.Lima.Perú. 19-22p.
- Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial como una medición de calidad. Primera edición.Bogota.Colombia.Disponible en:<http://ldspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1624/1/56t00295.pdf>
- Hijar. M .2018. Obtención de Fibra Dietética a Partir de Piña (Ananas comosus).Para el Título Profesional de Ingeniero en Ciencias Agrarias Especialidad de Industrias Alimentaria. Satipo – Perú.Universidad Nacional del Centro del Perú.68 pg. Consultado el 23 de ene. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2632>
- Illescas, C. E. 2001. Curso teórico practico sobre Lactología. Pp 13-17, 67-73.
- Indecopi.2013. Norma técnica peruana ntp 202.001:2003 leche y productos lácteos leche cruda. Requisitos de calidad fisicoquímicos, microbiológicos. Perú.
- INEN(Instituto Ecuatoriano de Normalización).2011.NTE INEN:2395.Leches Fermentadas.Requisitos. 1ed. CDU: 637.146
- Infante, D. 2008.Intolerancia a la lactosa: en quién y por qué. In Anales de Pediatría .Vol. 69, No. 2.p. 103-105p.
- IFT(Instituto de Alimentos de Estados Unidos).2005. Evaluación sensorial.1ed.Bogota.Colombia.12p.
- Indecopi.(Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2010. Elaboración de yogurt bajo en calorías". Piura- Perú.

- INIMET (Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología) 2010. Empleo de Anova para determinar la consistencia entre resultados de mediciones únicos. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Jara,L.2019. Elaboración de galletas con un edulcorante natural Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) enriquecida con harina de cáscara deshidratada de piña (Ananas comosus).Título Profesional de ingeniero de Industrias Alimentarias. Cajamarca. Perú.Universidad Nacional de Cajamarca. 89 p.
- Huiman,V;Luna;D.2013.Proyecto de instalación de una planta elaboradora de jarabe de yacón.Universidad de Lima.Lima.Perú.22p.
- López, A y Barriga,D.2016.La leche. Composición y características.Sevilla.Recuperado de: <http://www.juntadeandalucia.es/.../es/.../alfrescoDocument>
- López, R.P .2018. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo y de mango en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces .Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego. Ing. Ingeniera en Industrias Alimentarias. 83 pg. Consultado 20 de ene 2019. Disponible: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4375/1/RE_Ind.Alim_Roxana.Lopez_Sustituci%C3%93n.Parcial.De.Harina.De.Trigo_Datos.Pdf
- Malo,M; Castillo;N; Pajita,D.2017.La obesidad en el mundo.Revista.Anales de la Facultad de Medicina. vol.78.nº.2.Consultado en jun.2017.Disponible enhttp://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000200011
- Madrigal, L y Sangronis, E.2007. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. Caracas. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.387-395p.
- Mallqui, F. 2011. Beneficios de un plan de marketing para la comercialización del yacón en la ciudad de Huamachuco-provincia de Sánchez Carrión. Título Profesional de Licenciada en Administración. Ciudad La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 90p.

- Medina,P.2013. Evaluación sensorial de pan de Pulque. Título Profesional de, Ingeniero en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Coahuilla.México Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.81 p
- Martinez,E.2017. Proceso tecnologico para la elaboración del yogurt batido.Universidad Academico de Ciencias Químicas y de la Salud.Machala.Ecuador.39P.
- Margarita,O; Cuastumal,Y.2016.Elaboración del yogurt a base de leche de cabra con la inclusión de la zanahoria A (*Daucus carota subsp. sativus*).Diplomado en Calidad y transformación de la leche.Universidad de Nariño.San Juan de Pasto.40p
- Medina,P.2013.Evaluación sensorial de pan de Pulque. Título Profesional de, Ingeniero en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Coahuilla. México Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.81 p.
- Mejía, R. 2015. Impregnación al vacío de fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) en manzana. Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.Lima-Perú.Universidad Agraria La Molina, Perú. 84p.
- Mendez, M. 2014. Control de calidad y evaluación del yogurt. Universidad privada Antenor Orrego, Perú.
- Midmore y Rank. 2010. Intensidad de dulzura de los edulcorantes. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.
- Mina,K.2016. Uso de jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como sustituto parcial y total del azúcar en la elaboración de un yogurt de fresa. Título Profesional de Ingeniero en el desarrollo Integral Agropecuario. Ciudad Tulcán. Ecuador. Universidad Politécnica de Carchi. 79p.
- Minsa(Ministerio de salud). 2017. Peruanos que padecen de diabetes. Consultado 6 may. Disponible en: <https://capital.pe/actualidad/cuantos-peruanos-padecen-de-diabetes-el-minsa-da-cifras-preocupantes-noticia-1163065>
- Muñoz,A.2010.Yacón. Proyecto Perubiodiverso.47-48.P.
- Noborikawa, M. 2016. Optimización de los procesos de extracción de fructooligosacáridos y clarificación del extracto acuoso del yacón. Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima-Perú. Universidad Nacional Agrarias.

- NTP (Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos)202.001.2017. Control de calidad y evaluación sensorial del yogurt-CODEX.
- NTP(Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos) 202.092.2008. Requisitos fisicoquímicos de tipos de yogurt - CODEX.
- NTP(Norma Técnica Peruana para Leche y Productos lácteos)202.008.2008. Leche y productos lácteos- .INDECOPI
- NTP(Norma Técnica Peruana para productos Naturales) 0.11.352.2010. Jarabe de Yacón. (*Smallanthus sonchifolius*) 1ª ed. R.0035- CRT- INDECOPI.
- NTP(Norma Técnica Peruana para productos Naturales) 011.350.2006.Yacón. (*Smallanthus sonchifolius*). 1ª ed. R.0032- CRT- INDECOPI.
- NTP. (Norma Técnica Peruana Leche y derivados lácteos). 202.001.2003. R.0032- CRT- INDECOPI.
- NTP(Norma técnica peruana.2004. Leche y derivados lácteos) 202.014.2004 INDECOPI. Lima. Perú
- NTP. (Norma técnica peruana Leche y derivados lácteos). 202.001. 2016. 6ed. R. CRT.INDECOPI.
- NUTRAR (Prevención y Salud plena)2000. “Artículos Científicos” Promoción de la Nutrición y Prevención de la Salud - Argentina.
- Padilla,A;Nestares,T;Urrialde,R.2020.Actualización sobre aspectos científicos-técnicos y regulatorios de los edulcorantes bajos en o sin calorías.Madrid.España.
- OMS. Organización Mundial de la Salud.2012.Obesidad.Consultado en: 27 ago.2012.Disponible:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864012702882>
- Oré,R.2008.Tecnología para la obtención de zumo de zanahoria(*Daucos carota*L.)en envases flexibles. Título Profesional de ingeniero de Industrias Alimentarias.Huancayo.Perú.122 p.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2004. Jarabe. Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Organización Mundial de la Salud. 2016. Informe mundial sobre la diabetes. Consultado 14 abr. Disponible en: <https://www.who.int/diabetes/global-report/es/>
- Osorio, M. 2018. Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos. Título Profesional de ingeniero en Industrias alimentarias-Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina, 44p.
- Palacios,O.2006 . Aplicación del manito como edulcorante en la elaboración de yogurt bajo en calorías.Título Profesional de ingeniero Agroindustrial e Industrias alimentarias. Piura- Perú. Universidad Nacional de Piura.112p.
- Pajuelo,J ;Torres,L; Agüero,R.2019.El sobrepeso,la obesidad y la obesidad abdominal en la población adulta del Perú.Lima.Perú.Vol.80.nº.1.
- Pedreschi, R .; Campos, D .; Noratto, G .; Chirinos, R .; Cisneros Zevallos L. 2003. Raíz andina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)fructooligosacáridos como una nueva fuente potencial de prebióticos. Journal of Agricultural y química de los alimentos. 51: 5278-5284.
- Primo,Y.E. 1998. Química de los Alimentos. Editorial Sintesis.Madrid – España.461p.
- Ramírez, J. 2016. Microbiología 2015-2016.Consultado 17 mar. Disponible en: <http://microbiologiaudg1516.blogspot.com/2016/03/las-bacterias-del-yogur.html>
- Reyes. 2016. Edulcorantes artificiales en la industria Alimentaria. Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Trujillo-Perú. Universidad Nacional de Trujillo.
- Recalde,D. 2010. Elaboración de una bebida alcohólica fermentada de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) y manzana (*Pyrus malus L.*).Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Quito- Ecuador.154p.
- Ricard, A. (2004) El análisis de varianza (ANOVA). Comparación de múltiples poblaciones. Universidad Rovira i Virgili.680-683p.
- Risco, R.2015. Elaboración y caracterización de yogurt a partir de leche de cabra (*capra hircus*) edulcorado con Estevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*), frutado con mango (*mangifera indica cv. Kent*) y enriquecido con semillas de chia (*salvia hispanica*).". Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias.Perú.92p.
- Roberfroid, M. 2002. Alimento funcional: conceptos y aplicación a la inulina y oligofruktosa Revista Británica de Nutrición. 87 (Supl. 2): S139-S143.

- Roberfroid. 1999. Jarabe de yacón. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.
- Romero del Castillo, R y Mestres, J. 2009. Productos lácteos: Tecnología. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. 55p.
- Sabater, M. 2008. Efectos de las poliaminas y los FOS de la dieta sobre la maduración intestinal en cerdos destetados precozmente. Memoria presentada para optar el grado de Doctora en Biología. Murcia, España. Universidad de Murcia. 211 p.
- Sánchez y Carrasco. 2012. Diseño de un yogurt probiótico edulcorado con stevia. Tesis de Tecnólogo en Alimentos. Cuenca-Ecuador. Universidad de Azuay. 50p.
- Schilling, M. A. y Martínez, F. J. F. 2008. Dirección estratégica de la innovación tecnológica. 2ed. Santiago: McGraw-Hill.
- Salas, K. 2021. Influencia de la adición de fibra de zanahoria en las propiedades mecánicas del concreto, Juliaca-Puno 2021". Título Profesional de Ingeniero Civil. Juliaca-Puno. Universidad de César Vallejo. 128p.
- Shamah, T. 2016. El sobrepeso y la obesidad: ¿Son una situación irremediable?. Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Instituto de Salud Pública. Cuernavaca. México. vol. 73. n°. 2.
- Seminario, J., y Valderrama, M. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima - Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).
- Seminario, Valderrama, M; Manrique, I. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Universidad Nacional de Cajamarca-Perú. 60 p. Shuttleworth. 2009. Sesgo de investigación. Consultado 01 de nov. 2019. Disponible en <https://explorable.com/es/sesgo-de-investigacion>
- Sintes, J. P. 1980. Virtudes Curativas de la Zanahoria. 2 ed. Barcelona. España. 60p.
- Stephen L. 1989. Nutracéutico. Consultado en 16 oct. 2019. Disponible en: <http://www.smartienda.cl/smartwebsite/pruebas/5693/informacion%20maqui%20full.pdf>
- Sbodio, O., Tercero, E., Zannier, M. y Revelli, G. 2010. Tratamiento térmico de leche:

influencia del pH y CaCl en la elaboración de queso cuartirolo. Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica . Vol.21:107-116

Sota, C.2016."Relación de los parámetros físico-químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junín." Título Profesional de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina.14 p.

Ortiz.2021.Análisis comparativo de la pasteurización de la leche entre el tratamiento térmico y luz ultravioleta para la elaboración del yogurt.Universidad Agraria del Ecuador.Guayaquil-Ecuador.78p.

Tamime, A., y Robinson, R. 1991. Yogur: Ciencia y tecnología. Zaragoza : Editorial Acribia. Lima,Perú.368p.

Tarqui,C; Espinoza,P .2017.Análisis de la tendencia del sobrepeso y obesidad en la población peruana.Revista Española de Nutrición Humana y dietética. vol.21 no.2

Tofalla,H.2000. Estandarización y Globalización. Consultado en jul.2000. .Disponible en<http://www.segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/Estandarizacion%20y%20Globalizacion.PDF>.

Raimondo,E.2002.Envase para frutas y hortalizas frescas.Rev.fca.uncuyo.Tomo XXXIVN°1

Rees, J. y Bettison, J., 1994. Procesado térmico y envasado de los alimentos. ED. Acribia. Zaragoza. 288p.

Risco,J.2015.Elaboración y caracterización de yogurt a partir de la leche de cabra(*Capra hircus*) edulcorado con estevia(*Stevia Rebaudiana Bertoni*),frutado con mango(*mangifera indica cv.Kent*) y enriquecido con semillas de chia(salvia hispánica)".Título Profesional de Ingeniero Industrial.Piura.Perú.Universidad Nacional de Piura.92p.

Santos,A.2001. Manual de Elaboración de Productos Lácteos. Universidad Autónoma Chapingo, Depto Ingeniería Agroindustrial. 133p.

- Rioja, L.2019. Estudio de aceptabilidad de un producto natural utilizado como endulzante a base de yacón con contenido en fibra, macro y micronutrientes. Licenciatura en nutrición.96 P.
- Scharcff.R.2021.Elaboración de una bebida con potencial antioxidante a base de guanábana (*Annona muricata*),granadilla (*Passiflora ligularis*)y camu camu(*Myrciaria dubia*).Tesis para optar al título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias.Huacho.Perú.88 p.
- Sheldon,R(2007).Uso de la Estadística para sintetizar conjunto de datos.69p.
- Universidad de Córdoba. 2005. Escala hedónica. 1ed.Bogota.Colombia.20 p.
- Valderrama, M y Seminario, J. 2003. Etnobotánica del yacón.Universidad Nacional de Cajamarca,Perú.23-27p.
- Valladares, R.1992.Elaboración de una Bebida Alcohólica Fermentada de Zanahoria (*Daucus carota* L.) Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Huancayo. Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Vélez, J; Barbosa, G. 1998. Propiedades reológicas de la leche concentrada según su concentración, temperatura y almacenamiento en el tiempo. Revista de Ingeniería de Alimentos 35(2):177-190.
- Viera,M 2003. Parámetros de calidad de leche de vacuno en los Distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el Valle. Título Profesional de Ingeniero Zootecnista. Lima-Perú.Universidad Nacional Agraria La Molina.104p.
- Vilcarromero,B.2017.Comercio Internacional y competitividad del jarabe de yacón Peruano 2008-2016.Tesis para optar al título Profesional de licenciado en Negocios Internacionales.Universidad César Vallejo.91 p.
- Villalobos,G y Villegas,A.2014.Tratamiento y análisis de las muestras para ensayos químicos. Universidad de Costa Rica.58 p.
- Walstra, P.; Geurts, T.; Noomen, A.; Jellema, A., Boekel, M. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de productos lácteos. España, Zaragoza.225p.

ANEXOS

Anexo 1. Fotos del Procedimiento para la Elaboración del Jarabe de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

a) Recepción de la materia prima



b) Pesado



c) Selección y clasificación



d) Lavado y desinfección de raíces:



e) Pelado de las raíces:



f) Escaldado



g) Extracción del jugo



h) Filtración



i) Mezclado



j) Evaporación y concentración del jugo



k) Filtración del jarabe



l) Envasado y sellado



m) Almacenamiento



Anexo 2. Fotos del Procedimiento para la Elaboración del extracto de zanahoria(*Daucus carota*)

a) Recepción



b) Selección



c) Limpieza



d) Enjuagado



e) Desinfección y reposo



f) Escurrimiento



g) Pelado



h) Corte



i) Cocción



j) Extracción del jugo



k) Pesado del extracto de la zanahoria:



l) Enfriado



m) Envasado y sellado



n) Almacenamiento



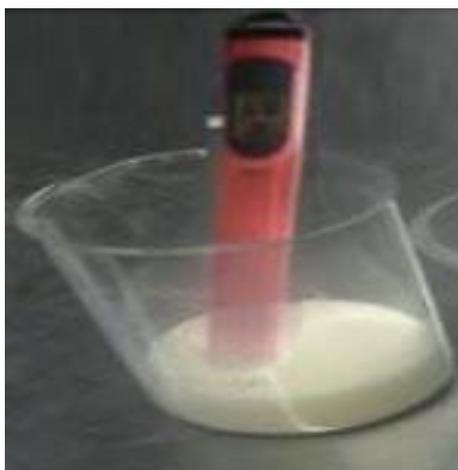
Anexo 3. Fotos del Procedimiento para la obtención de yogurt de zanahoria (*Daucus carota*) edulcorado con Jarabe de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

a) Recepción de la materia prima



b) Análisis de la leche

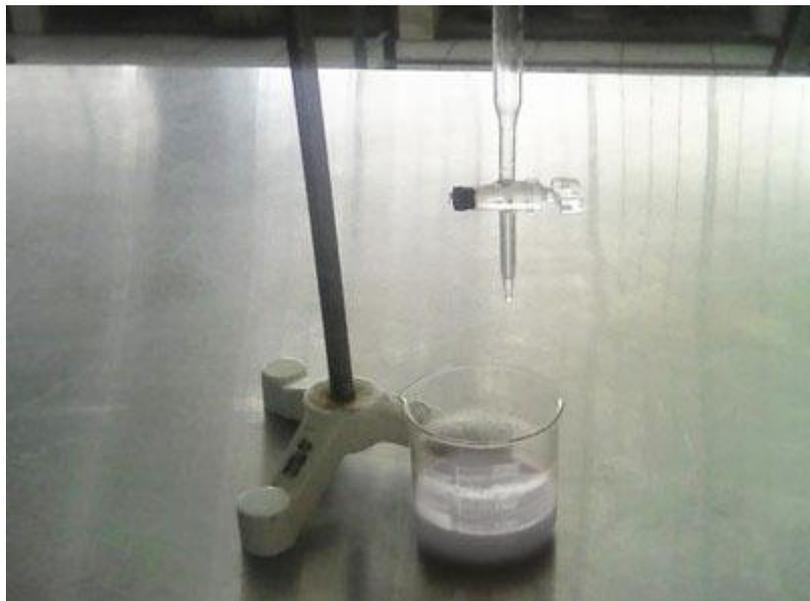
b.1) pH



b.2) °Brix



b.3) Acidez



b.4) Densidad



c) Filtración



d) Calentamiento



e) Pasteurizado



f) Enfriamiento



g) Inoculación



h) Incubación



i) Enfriamiento



j) Batido



k) Envasado y sellado



1) Almacenamiento



Anexo 4. Análisis Fisicoquímico

4.1. Determinación del PH

Método potenciómetro

El sistema de medida del pH debe estar funcionando durante al menos 30 minutos antes de iniciar el proceso de calibración.

Procedimiento:

- Encender el pHmetro
- Se calibrará el pHmetro, utilizando dos tampones de calibración tanto de pH 4 y de otro de pH
- El sistema de medida del pH funcionará durante al menos 30 minutos antes de que se inicie la calibración del pHmetro.
- Se prepara la muestra. Se realizó preparando una muestra de yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón.
- Se utilizó agua destilada para eliminar los restos del tampón, posteriormente bien se lava o se seca con la muestra a medir mediante un cuentagotas.
- Se introduce el electrodo en la muestra quedando suficientemente cubierta la membrana de intercambio de electrodo con la muestra.
- Después de unos segundos de la estabilización de la medida, se mide el valor de
- pH.
- Una vez realizadas las medidas se lava el electrodo con agua y se guarda en solución de almacenamiento.



pH del yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón analizado durante un periodo de 21 días

Concentración de jarabe de yacón	60°Brix			65°Brix			70°Brix		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Días									
1	4.86	4.8	4.7	4.7	4.82	4.64	4.64	4.6	4.68
3	4.74	4.66	4.64	4.6	4.71	4.55	4.55	4.58	4.57
6	4.7	4.52	4.56	4.58	4.6	4.43	4.43	4.54	4.56
9	4.62	4.47	4.37	4.46	4.56	4.18	4.22	4.36	4.45
12	4.51	4.4	4.3	4.35	4.44	4.15	4.18	4.25	4.36
15	4.34	4.37	4.24	4.31	4.23	4.12	4.12	4.14	4.27
18	4.12	4.29	4.18	4.13	4.11	4.08	4.08	3.85	4.02
21	3.84	4.03	3.83	4.04	3.96	3.85	4.03	3.59	3.74

4.2. Determinación de sólidos solubles

Método: Usando refractómetro manual

Procedimiento

- Levantar la tapa que cubre el prisma y colocar una gota del líquido.
- Cerrar la tapa del prisma y dirigir el refractómetro hacia la luz. Si la muestra contiene un nivel alto de sólidos no disueltos entonces la intensidad de la luz puede disminuir. En este caso la muestra requiere clarificación para determinar con exactitud los °Brix.

- La escala para leer el porcentaje de azúcar se expresa en °Brix realizándose en línea de separación que marcan las dos regiones la lectura de la escala graduada.
- Si la temperatura de la muestra no es 20°C la medida debe ser corregida inmediatamente. Sin embargo, por comodidad a menudo esto puede ser ignorado cuando se determina los °Brix de la muestra de yogurt en el laboratorio.
- Por último, la medida obtenida por el refractómetro de mano sin corrección de temperatura debe ser observada con una estimación a los °Brix.
- Si en caso se haga una corrección, se resta o se suma por cada °C por debajo o por encima de 20°C 0,07 °Brix respectivamente.



°Brix del yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón analizado durante un periodo de 21 días

Concentración del jarabe de yacón	60°Brix			65°Brix			70°Brix		
	Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	12.4	12.3	12.4	15	14.8	13.4	16.2	15.7	13.9
3	13.3	12.7	12.93	15.5	15	13.52	16.7	16.1	14.2
6	14.2	13.1	13.5	16.1	15.3	13.6	17.3	16.5	14.6
9	15.4	13.6	14.08	16.7	15.7	13.7	17.8	16.9	14.9
12	16.6	13.9	14.5	17.3	16.4	13.9	18.1	17.5	15.7
15	17.2	14.4	14.67	17.7	16.9	14.09	18.3	17.9	16.2
18	18.1	14.7	15.2	18.1	17.3	14.3	18.5	18.3	16.4
21	18.4	15.2	16.1	18.3	17.7	15.4	18.7	18.6	16.8

Anexo 4.3. Determinación de Acidez

Método: Por titulación

- En un vaso precipitado, agregamos 10 mililitros de yogurt de zanahoria y añadimos 6 gotas de fenolftaleína 0.1%.
- Titular con hidróxido de sodio hasta que aparezca una coloración ligeramente rosada, la cual persistió por lo menos 30 segundos.
- El porcentaje de acidez del yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón, se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$A = \frac{(\text{mL de NaOH}) * (\text{N de Na OH}) * 0.09}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

- El resultado se expresa en ácido láctico.



Acidez del yogurt de zanahoria edulcorado con jarabe de yacón analizado durante un periodo de 21 días

Días	60°Brix			65°Brix			70°Brix		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
1	0.72	0.79	0.65	0.74	0.8	0.92	0.7	0.83	0.7
3	0.86	0.84	0.68	0.8	0.88	0.95	0.78	0.87	0.79
6	0.9	0.89	0.85	0.86	0.94	0.97	0.83	0.92	0.84
9	0.94	0.92	0.96	0.93	0.97	0.99	0.94	0.95	0.9
12	0.97	0.98	1.017	0.99	1.13	1.12	1.008	1.071	0.97
15	0.99	1.008	1.035	1.026	1.143	1.134	1.017	1.071	1.089
18	1.152	1.044	1.053	1.125	1.161	1.143	1.071	1.098	1.116
21	1.161	1.062	1.17	1.179	1.28	1.188	1.296	1.152	1.212

Anexo 5. Ficha para la Evaluación Organoléptica del yogurt de zanahoria(*Daucus carota*) edulcorado con Jarabe de Yacón(*Smallanthus sonchifolius*)

Puntaje	Categoría
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Nombres y apellidos:								Fecha:	
Nombre del producto:		Yogurt de zanahoria(<i>Daucus carota</i>) edulcorado con jarabe de yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>)							
Frente a usted hay tres muestras codificadas de(nombre del producto),las cuales debe probar una a la vez y marque con una x su juicio sobre cada muestra									
Escala	Número de muestras								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Me gusta mucho									
Me gusta									
No me gusta ni me disgusta									
Me disgusta mucho									
Me disgusta									
Comentarios:									

Calificación para cada tributo									
Formulaciones	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Apariencia general									
Color									
Olor									
Sabor									
Textura									

**Anexo 6. Evaluación Organoléptica del yogurt de zanahoria(*Daucus carota*)
edulcorado con Jarabe de Yacón(*Smallanthus sonchifolius*)**









