

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**Obtención de sucedáneo de yogurt saborizado
a partir de *Lupinus mutabilis* y lactosa**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. MIRYAM ROSA LÓPEZ VILLAFUERTE

TACNA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL

Tesis

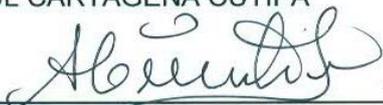
Obtención de sucedáneo de yogurt saborizado
a partir de *Lupinus mutabilis* y lactosa

Tesis sustentada y aprobada el 21 de junio del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:


Dr. RAÚL CARTAGENA CUTIPA

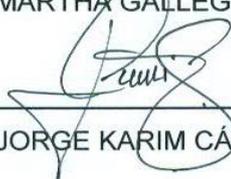
SECRETARIO:


Ing. ANABEL DEL ROSARIO CRISOSTO FUSTER

VOCAL:


Ing. MARTHA GALLEGOS ARATA

ASESOR:


Ing. JORGE KARIM CÁCERES SÁNCHEZ

TACNA – PERÚ
2019

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Miryam Rosa López Villafuerte, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 46643489

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:
Obtención de sucedáneo de yogurt saborizado a partir de *Lupinus mutabilis* y lactosa

La misma que presento para optar el:
Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, viernes 28 de junio del 2019



Bachiller MIRYAM ROSA LÓPEZ VILLAFUERTE

DNI 46643489

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y dado salud para lograr mis objetivos.

A mi Madre Enrrica

Por haber sido mí apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria

A mi Abuela Rosa

Por sus consejeros de superación y perseverancia

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por brindarme su paciencia y constancia en el apoyo incondicional que me brindaron para alcanzar las metas propuestas durante toda mi carrera.

Y a mí asesor Ing Karim Cáceres Sánchez por brindarme su apoyo profesional y emocional durante el desarrollo de esta investigación, a él, Gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.2.1 Formulación del problema general.....	4
1.2.2 Formulación del problema específico.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Limitaciones de investigación.....	5
CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1 El tarwi.....	9
2.2.2 Lactosa.....	14
2.2.3 Los probióticos.....	14
2.2.4 Lactobacillus.....	15
2.2.5 Streptococcus thermophilus.....	16
2.2.6 Las bebidas vegetales.....	17
2.2.7 Análogos de las leches fermentadas.....	17
2.2.8 Reología de alimentos.....	18
2.2.9 Comportamiento no newtoniano.....	18
2.2.10 Las pruebas de aceptabilidad sensorial.....	19

2.2.11	La metodología de superficies de respuesta (MSR).....	19
2.2.12	Optimización de respuestas múltiples.....	20
2.2.13	Optimización en el diseño de alimentos.....	21
2.3	Definición de términos.....	21
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO.....		23
3.1	Tipo y diseño de la investigación.....	23
3.1.1	Tipo de investigación.....	23
3.1.2	Diseño de investigación.....	23
3.2	Población y/o muestra de estudio.....	23
3.3	Operacionalización de variables.....	24
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	24
3.4.1	Procedimiento de elaboración del sucedáneo de yogurt.....	24
3.4.2	Instrumentos.....	27
3.4.3	Técnicas analíticas.....	28
3.4.4	Determinación de acidez titulable.....	28
3.4.5	Determinación de pH.....	28
3.4.6	Determinación de solidos totales.....	28
3.4.7	Determinación de viscosidad absoluta.....	29
3.5	Método de análisis sensorial.....	29
3.6	Análisis de datos.....	29
CAPITULO IV RESULTADOS.....		30
4.1	Análisis físico químico.....	30
4.1.1	Evaluación de la acidez.....	30
4.1.2	Evaluación del pH.....	32
4.1.3	Evaluación de la viscosidad.....	34
4.1.4	Evaluación de los sólidos totales.....	36
4.2	Análisis sensorial.....	38
4.2.1	Evaluación de la aceptabilidad del color.....	39
4.2.2	Evaluación de la aceptabilidad del olor.....	41
4.2.3	Evaluación de la aceptabilidad del sabor.....	43
4.2.4	Evaluación de la aceptabilidad del aspecto.....	45
4.2.5	Determinación del tratamiento óptimo.....	47
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....		50
5.1	Influencia sobre las características físico - químicas.....	50
5.2	Influencia sobre las características sensoriales.....	51

5.3 Tratamiento óptimo.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de investigación de tipo experimental para el sucedáneo de yogurt.....	26
Figura 2. Análisis del diagrama de Pareto para la variación de la acidez	30
Figura 3. Efecto de los factores principales sobre la variación de la acidez.....	31
Figura 4. Superficie de respuesta para la variación de la acidez	32
Figura 5. Análisis del diagrama de Pareto para la variación del pH	32
Figura 6. Efecto de los factores principales sobre la variación del pH	33
Figura 7. Superficie de respuesta para la variación del pH.....	34
Figura 8. Análisis del diagrama de Pareto para la variación de la viscosidad	34
Figura 9. Efecto de los factores principales sobre la variación de la viscosidad	35
Figura 10. Superficie de respuesta para la variación de la viscosidad	36
Figura 11. Análisis del diagrama de Pareto para la variación los sólidos totales	36
Figura 12. Efecto de los factores principales sobre la variación de los sólidos totales	37
Figura 13. Superficie de respuesta para la variación de los sólidos totales	38
Figura 14. Diagrama de Pareto para la variación del color del sucedáneo de yogurt.....	39
Figura 15. Efecto de los factores principales sobre la variación del color del sucedáneo de yogurt.....	40
Figura 16. Superficie de respuesta para la variación del color del sucedáneo de yogurt.....	40
Figura 17. Diagrama de Pareto para la variación del olor del sucedáneo de yogurt.....	41
Figura 18. Efecto de los factores principales sobre la variación del olor del sucedáneo de yogurt.....	42
Figura 19. Superficie de respuesta para la variación del olor del sucedáneo de yogurt.....	42
Figura 20. Análisis del diagrama de Pareto para la variación de la aceptabilidad del sabor del sucedáneo de yogurt.....	43
Figura 21. Efecto de los factores principales sobre la variación del sabor	44
Figura 22. Superficie de respuesta para la variación del sabor	44
Figura 23. Análisis del diagrama de Pareto para la variación del aspecto	45
Figura 24. Efecto de los factores principales sobre la variación del aspecto	46

Figura 25. Superficie de respuesta para la variación del aspecto	46
Figura 26. Curvas de nivel para las condiciones óptimas de tarwi y lactosa en la elaboración del sucedáneo de yogurt	48
Figura 27. Flujo definitivo en la elaboración del sucedáneo de yogurt.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de cenizas en variedades de tarwi.....	10
Tabla 2. Composición del tarwi cocido con cascara y tarwi crudo sin cascara.....	11
Tabla 3 Composición química del grano de cuatro especies de lupinos cultivados	11
Tabla 4. Composición de ácidos grasos del tarwi (% de ácidos grasos totales)	12
Tabla 5. Composición nutricional del extracto de tarwi y leche de vaca.....	12
Tabla 6. Factores (variables) y sus niveles reales del diseño experimental.....	23
Tabla 7. Tratamientos para investigar al sucedáneo de yogurt.....	23
Tabla 8. Operacionalización de las variables independientes y dependientes.....	24
Tabla 9. Resultados del análisis fisicoquímico del sucedáneo de yogurt.....	30
Tabla 10. Análisis de varianza para la acidez.....	31
Tabla 11. Análisis de varianza para el pH	33
Tabla 12. Análisis de varianza para la viscosidad	35
Tabla 13. Análisis de varianza para los sólidos totales	37
Tabla 14. Resultados del análisis sensorial del sucedáneo de yogurt	38
Tabla 15. Análisis de varianza para la aceptabilidad del color.....	39
Tabla 16. Análisis de varianza para la aceptabilidad del olor.....	41
Tabla 17. Análisis de varianza para la aceptabilidad del sabor.....	43
Tabla 18. Análisis de varianza para la aceptabilidad del aspecto	45
Tabla 19. Solución óptima según función de deseabilidad (Deserability) para el sucedáneo de yogurt.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	62
Anexo 2. Norma sanitaria para alimentos envasados según su acidez	63
Anexo 3. Prueba de aceptabilidad.....	64
Anexo 4. Imágenes del proceso de elaboración del sucedáneo de yogurt saborizado	65
Anexo 5. Criterio técnico de denominación para bebidas no lácteas	68
Anexo 6. Ficha técnica del cultivo probiótico	69
Anexo 7. Análisis de la correlación fisicoquímica y sensorial.....	71
Anexo 8. Determinación de acidez titulable	72

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue obtener un yogurt a partir de tarwi (*Lupinus Mutabilis*) con adición de lactosa determinando las concentraciones adecuada y características físico - químicas y sensoriales del sucedáneo del yogurt. Se aplicó un diseño experimental "verdadero" pues se manipuló directamente las variables independientes a través de sus niveles propuestos. Se escogió un diseño de 2 factores 3 x 2 la cual se ejecutó en 6 corridas o muestras diseñadas, los datos fueron procesados aplicando la metodología de superficie de respuesta, ajustando un modelo lineal con interacción. Se concluye que la influencia de las concentraciones de grano de tarwi precocido y lactosa anhidra sobre las características físico - químicas del yogurt saborizado fue significativa o explica la variación de la acidez (p valor < 0,05) pero no fue significativa sobre el pH y viscosidad (p valor > 0,05). Mientras que la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características sensoriales del sucedáneo de yogurt saborizado fue significativa o explica la variación de su aspecto y sabor (p valor < 0,05) pero no fue significativa sobre los atributos color y olor (p valor > 0,05), y en general categoriza al producto final como "me gusta moderadamente". Finalmente, las concentraciones óptimas para la elaboración del sucedáneo de yogurt saborizado es 17,51% de extracto de tarwi y 3,79 % de lactosa. Condiciones que resultan de un yogurt sucedáneo con una aceptabilidad sensorial del color de 3,75; olor 3,387; sabor 2,78 y aspecto general 3,46 según la escala hedónica de 5 puntos. Y con una acidez de 0,183 %; pH = 4,97 y viscosidad de 592 cP.

Palabras clave: sucedáneo, yogurt, lactosa anhidra, aceptabilidad sensorial.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation was to evaluate the obtaining of flavored yogurt from tarwi (*Lupinus Mutabilis*) and addition of lactose, determining the adequate concentrations and physical - chemical and sensory characteristics of the yogurt substitute. The design is experimental "true" because the independent variables were manipulated directly through their proposed levels. A 2-factor 3 x 2 design was chosen, which was executed in 6 runs or designed samples. It is concluded that the influence of prebaked tarwi and anhydrous lactose grain concentrations on the physico - chemical characteristics of flavored yogurt was significant or explains the variation of acidity (p value < 0,05) but was not significant about pH and viscosity (p value > 0,05). While the influence of the concentrations of tarwi and lactose on the sensory characteristics of the flavored yogurt substitute was significant or explained the variation of its appearance and taste (p value < 0.05) but it was not significant on the attributes of color and odor (p value > 0,05), and in general categorizes the final product as "I like it moderately". Finally, the optimal concentrations for the elaboration of the flavored yogurt substitute is 17,51% of tarwi extract and 3,79% of lactose. Conditions resulting from a substitute yogurt with a sensory color acceptability of 3,75; 3,387 odor; flavor 2.78 and general appearance 3.46 according to the hedonic scale of 5 points. And with an acidity of 0.183%; pH = 4.97 and viscosity of 592 cP.

Key words: pre-cooked tarwi grain, anhydrous lactose, sensory acceptability.

INTRODUCCIÓN

La especie de leguminosa Tarwi (*Lupinus mutabilis*), se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1 500 msnm, encontrándose en Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial (Jacobsen y Mujica, 2006).

El tarwi es un grano rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería formar parte de nuestra dieta. Su contenido proteico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasa es similar. Las semillas excepcionalmente nutritivas (Castañeda et al., 2008).

Las bebidas vegetales son un producto que se ha consumido a lo largo de toda la historia, aunque hoy en día parezca algo novedoso y que está de moda. Las bebidas vegetales aparecen como sustitutos de la leche de vaca. Estas contienen un gran porcentaje de agua y son extractos de legumbres, aceite, semillas, cereales o pseudocereales que se asemejan a la apariencia de la leche de vaca. Existe una gran variedad de plantas tradicionales como son arroz, soja, almendra, avena, que dan lugar a bebidas vegetales en todo el mundo, por ejemplo horchata, en España; sikhye, una bebida hecha de arroz cocido, extracto de malta y azúcar en Corea del Sur; boza, una bebida fermentada hecha de trigo, centeno, mijo y maíz consumida en Bulgaria, Albania, Turquía y Rumania; bushera, un sorgo fermentado, malta de mijo de Uganda, y las bebidas tradicionales como la bebida de soja procedente de China. La bebida de soja es el sustituto de la leche de vaca más ampliamente conocido (Mákinen et al, 2016).

Actualmente los consumidores están cada vez más interesados en su salud personal, y esperan que los alimentos que comen sean sanos o incluso capaz de prevenir la enfermedad (Mattila et al., 2002) así como también en la actualidad grandes masas de personas viven ajetreadas con el trabajo no cediendo tiempo para preparar sus propios alimentos de modo que terminan comiendo fuera de casa ya sea en supermercados, restaurantes, snack u otros. (Sandoval y Camarena, 2011).

Según Fuller, citado por Collins 1999, un probiótico es un alimento que contiene microorganismos vivos que benefician al hospedador ayudando a mantener un balance microbiano en su intestino. Este tipo de alimentos incluyen leches fermentadas como yogurt, así como cualquier otro tipo de alimentos que se hayan elaborado con microorganismos. Generalmente los microorganismos que se utilizan para elaborar estos alimentos son todos aquellos que producen ácido láctico, entre los cuales cabe mencionar a los *Lactobacillus* y las bifidobacterias (Collins 1999).

Hay dos microorganismos de los que no se tiene certeza si debieran o no ser considerados como probióticos, estas bacterias son los *Lactobacillus bulgaricus* y los *Streptococcus thermophilus*, los cuales son y han sido utilizados a través de los años para la elaboración de yogurt. Se desconoce si son o no beneficiosos en el intestino del hospedador debido a que no poseen las características necesarias para poder resistir a las condiciones del estómago humano, pues por lo general no logran llegar hasta el intestino (Swajewska 2006).

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Se estima que entre un 62 % y 75 % de la población mundial es intolerante a la lactosa, por la incapacidad de digerir el azúcar de la leche. La lactosa es un disacárido compuesto por una unidad de glucosa y otra de galactosa, que se encuentra en una concentración de 45 a 47 g/l de leche. Esta intolerancia surge debido a la deficiencia de la enzima llamada lactasa. Se caracteriza por hinchazón y dolores abdominales, calambres, náuseas, flatulencia, diarrea y deshidratación, además de trastornos de mala absorción de proteínas, grasas y minerales, entre otros trastornos. Debido a que en la mayoría de los casos es de origen genético y posee una importante influencia étnica, la cantidad de personas afectadas varía según la zona geográfica.

Se conoce que el 64 % de los peruanos es intolerante a la lactosa. Ser intolerante a la lactosa es una afección frecuente entre la población peruana, aunque se carece de estudios nacionales que ayuden a graficar la dimensión del problema. Aunque existen productos sustitutos de bebidas con alto contenido de proteína, calcio y sin el azúcar de la lactosa, como algunas leguminosas, la leche de soya, almendras, el tarwi, entre otros, en particular el tarwi (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa originaria de los andes de Bolivia, Ecuador y Perú.

Si bien el tarwi no es un producto muy consumido, el proyecto propone innovar su forma consumo ya que la mayoría lo ingieren directamente o en platos preparados; y para aumentar el consumo de productos sustitutos en lácteos, se propone que se pudiese procesar el tarwi y obtener una bebida fermentada

En consecuencia, el evidente desconocimiento tecnológico de las proporciones que se precise para obtener una bebida que tenga la aceptabilidad sensorial del consumidor es el problema por superar para demostrar su viabilidad del tarwi como bebida. Por ello su elaboración implicó investigar la elaboración de una bebida fermentada o sucedáneo de yogurt a base del extracto acuoso de esta leguminosa junto con la lactosa con adición del cultivo probiótico evaluando las características sensoriales y fisicoquímicas resultantes.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Formulación del problema general

¿Cuál será la formulación para obtener un sucedáneo de yogurt a partir de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y lactosa?

1.2.2 Formulación del problema específico

- ¿Cuál será la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características fisicoquímicas del sucedáneo de yogurt?
- ¿Cuál será la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características sensoriales del sucedáneo de yogurt?
- ¿Cuál serán la concentración óptima de tarwi y lactosa en la elaboración del sucedáneo de yogurt?

1.3 Justificación

- Este estudio parte de la interrogante acerca de la concentración del tarwi y adición de lactosa para la obtención sucedáneo de yogurt como es el extracto de tarwi fermentado con cultivo láctico, lo cual permitió conocer mediante evaluaciones, los porcentajes adecuados del tarwi y lactosa de manera que pueda ofrecer un producto terminado con características aceptables para el consumidor y así mismo presentarlo como un producto sustituto en el sector lácteo para aprovechar sus beneficios nutricionales en esta otra alternativa.
- Desde el punto de vista técnico, el estudio trata de determinar el porcentaje adecuado de tarwi y lactosa, conociendo a su vez las características físico químico y sensoriales.
- Desde el punto vista social, se abrirá una alternativa de elaborar unos productos sucedáneos de yogurt con propiedades benéficos del tarwi.
- Desde el punto vista económico, al obtener un producto sucedáneo a base del tarwi, se dará una nueva opción para el consumidor por acceder de un producto nutritivo. Además, que el consumo del tarwi estimula a la producción agraria y su comercialización genera altas ganancias satisfactorias para los mismos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar un sucedáneo de yogurt a base de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y lactosa.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características fisicoquímicas del sucedáneo de yogurt.
- Determinar la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características sensoriales del sucedáneo de yogurt.
- Determinar las concentraciones óptimas de tarwi y lactosa del sucedáneo de yogurt.

1.5 Hipótesis

Las concentraciones de tarwi (*Lupinus Mutabilis*) y la lactosa influirán sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del sucedáneo de yogurt.

1.6 Limitaciones de investigación

El tarwi solo se cosecha una vez al año, desde marzo hasta mayo, por tanto, el suministro de la materia prima como es el tarwi precocido, dependerá de la temporada de cosecha.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Ticona (2006) determinó los parámetros óptimos de proceso en la elaboración de una bebida fermentada a partir del extracto hidrosoluble de soya para el cual se utilizó un cultivo de bacterias probióticas (Cultivo liofilizado LYOFAS^T SAB 4.40 A). «Empleó la metodología de Superficie de Respuesta (MSR) con el modelo de Box-Benken; a fin de encontrar el grado de acidez, pH y recuento de bacterias viables, óptimos producidos durante el proceso de fermentación, siendo las variables independientes los niveles de sacarosa, pectina y cultivo probiótico en la bebida fermentada. La variedad de soya utilizada fue Improved Pelikan. Y determinó que la materia prima (leche de soya) presento los siguientes resultados: humedad 92,5 %; proteína 2,82 %; grasa 1,9 %; carbohidratos 2,45 %; cenizas 0,32 %. El diseño experimental fue de 15 tratamientos con sus respectivas variables independientes, como son porcentaje de sacarosa (5, 7, y 9 %); porcentaje de pectina (0,05; 0,1 y 0,15 %) y porcentaje de cultivo probiótico (1, 3 y 5 %) manteniendo fija la temperatura en 40 °C». «Las mejores condiciones operacionales fueron de 6,728 % de sacarosa, 0,102 % de pectina y 2,918 % de cultivo probiótico, dichos parámetros reportan un recuento de bacterias probióticas de $1,78 \times 10^8$ ufc/ml, con una acidez 0,62 % y pH de 4,2. Bajo estos parámetros los atributos sensoriales para la bebida fermentada a partir de la soya dieron resultados dentro del rango de 5 a 7, según la escala hedónica (1 a 9)».

Castañeda (2008) obtuvo una bebida probiótica elaborada en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet* (Chocho o tarwi), Su objetivo: establecer pruebas preliminares para la formulación y elaboración de un yogurt en base a harina de tarwi que tenga aceptabilidad por el consumidor. Los materiales y método aplicado fueron: Estudio de desarrollo experimental con *Lupinus mutabilis sweet* para el desarrollo de una formulación nutritiva de yogurt con componente parcial de Tarwi, con evaluación nutricional, sensorial y microbiológica. Siendo los resultados: «se realizaron 2 mezclas de diferentes concentraciones (70 % leche en polvo + 30 % de leche de tarwi), (80 % de leche en polvo + 20 % leche de tarwi). El contenido de sólidos totales presente en la mezcla se encontró entre 12 a 14 %. Se establecieron pruebas de acidez expresado como porcentaje de ácido láctico, evaluados por 8 horas a temperatura de 42 a 44 ° C, los resultados indican que las muestras presentan 0,39 y 0,41 % de acidez

respectivamente. Los atributos sensoriales como aroma, sabor y aceptabilidad no presentaron diferencia estadística según análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Sin embargo, los promedios generales reportan una mayor preferencia (80 % de leche en polvo + 20 % leche de tarwi). Según la escala hedónica utilizada muestran un nivel de agrado moderado».

Rivera y Soto (2015) investigo la aceptabilidad y apoyo nutricional de la bebida de yogurt de tarwi (*Lupinus mutabilis* L.), piña (*Ananas comosus*) y cultivos lácticos, Objetivos: Se elaboró bebida de yogurt de tarwi, piña y cultivos lácticos que fue del agrado de los niños, y se evaluó el efecto de la ingesta sobre la desnutrición aguda. La muestra fue irrestricta no probabilística. Métodos: Diseño descriptivo, análisis físico, químico según métodos de la AOAC, perfil del sabor según escala facial para niños. Se evaluó los efectos sobre la desnutrición aguda, mediante la ganancia de peso en una muestra de 20 niños de 3 a 8 años, distribuidos en dos grupos que se comparan: el de casos (se le administró al placebo como apoyo nutricional a la ración alimentaria normal durante 30 días) y el control (solamente su ración alimentaria normal). Resultados: «El producto de mejor aceptación contiene 40% de leche de vaca, 34% de tarwi precocido, 20% de jalea de piña, 2% de gelatina alimenticia (yobyn – III). Según la degustación al 80% de los niños, les agradó la bebida, mientras que al 50% de los niños, le gustó yobyn - II y a un 50% de niños, no les agradó, ni les gusto la bebida. Es un alimento funcional alternativo al yogurt bebible comercial, por su mayor aporte de proteínas de alto valor biológico ($13,41 \pm 0,474$ g % a $14,94 \pm 0,548$ g %). Conclusiones: La ingesta de la bebida de yogurt como entremés complementario a la ración alimentaria, tiene efectos favorables sobre la recuperación nutricional de niños con bajo peso para su talla. Según la prueba "t" (Sig.= 0,000) y la prueba de rangos con signos de Wilcoxon (Sig.= 0,000), existe una eficacia en el control de la desnutrición aguda en niños de 3 a 8 años».

Colque (2016) determino los parámetros para la elaboración de bebida probiótica de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) empleando *Saccharomyces boulardii*. « La bebida de tarwi, elaborado a partir de la obtención del extracto acuoso de tarwi obtenida en relación de 1:2 (tarwi-agua), seguidamente se preparó los sustratos para evaluar el crecimiento cinético de *saccharomyces boulardii* de acuerdo con el diseño factorial 2^k , cuyas variables en estudio fueron el % de sacarosa (6-12 °Bx) y el % de inóculo (2- 4 ml), a temperatura de 37 °C y fermentados por un tiempo de 24 horas. Analizándose los siguientes parámetros: recuento de levaduras (ufc/ml), Brix. pH, acidez, densidad, viscosidad. Respectivamente se procedió a elaborar la bebida de tarwi el cual se evaluaron sensorialmente de acuerdo a la escala hedónica de 9 puntos donde la mejor

combinación es 6% sacarosa y 4% de inóculo. La bebida a base de tarwi (*Lupinus mutabilis*) presenta como potencial de nueva bebida probiótica para un grupo de productos no lácteos y además, los parámetros para la elaboración de bebida probiótica tarwi será en relación de 1:2 (tarwi-agua) con 6% de sacarosa y 4% de inóculo a 37°C».

Huapaya (2014) demostró que es posible conducir una fermentación láctica a partir de una suspensión de almidón hidrolizado de harina de quinua. La mejor concentración de microorganismos probióticos y el mejor tiempo resultó tratamiento con 10% de microorganismos probióticos ($2,5 \times 10^6$ UFC/ml) y 10 horas de fermentación. Se logró elaborar de una bebida probiótica de quinua, obtenida por la fermentación láctica del almidón hidrolizado de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*). «El proceso implicó los siguientes pasos: Generación de una suspensión de harina de quinua al 12,5% (p/p). Hidrólisis de los almidones con la α -amilasa de *Bacillus licheniformis* (Sigma Aldrich) durante 40 minutos a 100°C y, posteriormente durante 60 minutos a 90°C. Adición de microorganismos probióticos "Vivolac", a una concentración de 10% (v/v). Fermentación láctica, durante 10 horas, en estufa a $42,5^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, en condiciones microaerófilas. Interrupción de la fermentación (disminución de la temperatura hasta 4°C)».

Chávez (2016) evaluó la influencia de concentraciones de extracto de soja (10,30 y 50 %), cultivo probiótico (2; 3,5 y 5 %) y jarabe de maracuyá (5,10 y 15 %) sobre el nivel de agrado de la bebida fermentada y concentrada a base de leche. Se utilizó el diseño de Box-Behnken con 15 tratamientos. «La aceptabilidad sensorial se analizó con panelistas semi-entrenados y se utilizó el método de potencia para analizar las características de fluido. Para el análisis de resultados se aplicó la metodología de superficie de respuesta. Determinó que el extracto de soja y jarabe de maracuyá influyeron (p -valor $< 0,05$) sobre el color de la bebida concentrada. La combinación extracto de soja y jarabe de maracuyá influyó sobre la consistencia. El extracto de soja y el cultivo probiótico influyeron en el olor y sabor. Asimismo, el extracto de soja y el cultivo probiótico influyeron (p -valor $< 0,05$) sobre el coeficiente de consistencia (k), y sobre el índice de flujo (n) resultaron influyentes el cultivo probiótico (p -valor $< 0,05$) seguido en orden de importancia por el extracto de soja y estableciéndose que es un fluido pseudoplástico».

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El tarwi

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico en cantidades apreciables de 100 kg/ha, restituyendo la fertilidad del suelo cultivada en el área andina desde épocas preincaicas. Se desarrolla en valles templados y áreas altoandinas. «Su cultivo y consumo del grano paulatinamente están siendo disminuidos en los países andinos, sobretodo en Colombia, Argentina y Chile, no solo por falta de difusión de las formas de uso, sino también por el desinterés de las instituciones encargadas de promover su consumo y cultivo, a pesar de su gran valor nutritivo y resistencia a factores adversos climáticos en las zonas donde se siembra (Jacobsen y Mujica 2006)».

«El tarwi ha recibido diferentes nombres; siendo similar al *Lupinus albus* se le conoce como altramuza, por esta denominación en España. Se le conoce también como lupini y lupino amargo. Los nombres locales son “chocho” en Colombia, Ecuador y norte de Perú; tarwi o tarhui en el idioma quechua en la parte central y centro sur de Perú; tauri en la lengua aymara al sur del Lago Titicaca en Perú y Bolivia y chuchus muti en la zona quechua de Cochabamba» (Tapia, 2015).

2.2.1.1 Características del cultivo

El tarwi es una planta herbácea anual que se adapta a diferentes tipos de suelo. La raíz es pivotante y robusta. Estas raíces pueden alcanzar una profundidad de hasta 2 metros y el desarrollo radicular se ve influenciado por la fertilización, el abastecimiento de agua, la textura del suelo y de las propiedades físicas y químicas del subsuelo. «Se han encontrado cepas de *Rhizobium lupini* con gran eficacia e infectividad y su presencia está altamente correlacionada con plantas más vigorosas y productivas. Cada planta puede llegar a producir hasta 50 g de nódulos. El tallo se caracteriza por su vigor y tamaño, ya que su altura fluctúa de 0,50 a 2,50 m, con un promedio de 1,80 m. El color del tallo varía de verde a gris castaño, según el grado de tejido leñoso, si el contenido de antocianina de la planta es alto, el color verde de la clorofila queda cubierto por un intenso azul – rojizo» (Caicedo y Peralta, 2001).

2.2.1.2 Características fisicoquímicas y nutricionales del tarwi

Dentro de los nutrientes que se tomara en cuenta del tarwi, son los minerales, lípidos y proteínas.

- a) Cenizas: Según Castillo (1979) «las cenizas en el *L. mutabilis* se encuentran en igual proporción en la cascara que en el cotiledón (3,11 y 3,79 % respectivamente), lo que permite un mejor manejo del grano en su aspecto tecnológico. En la Tabla 1 se observa que el contenido de cenizas de todas las especies de lupino está en un rango de 3 a 4%, similar a los valores de las leguminosas e inferior a la soja». (Ministerio de Salud e Instituto de Salud, 2009; Jacobsen-Mujica, 2006 y Morón, 2005). Respecto a los minerales que contiene. Ortega et al., (2010) reportan que «el *Lupinus mutabilis* procedente de Colombia posee elevados niveles de macronutrientes como fosforo y potasio, y de micronutrientes como el hierro, pero bajos niveles de minerales esenciales como el magnesio y calcio. Aunque la mayor parte de los minerales se encuentra en los cotiledones, el hierro y magnesio se encuentra en el tegumento (cascara). Por otro lado, el *Lupinus mutabilis* de Perú (tarwi) posee un contenido mineral promedio como todas las leguminosas, pero totalmente inferior a la soja» (Ministerio de Salud e Instituto de Salud, 2009).

Tabla 1. Contenido de cenizas en variedades de tarwi

Leguminosas	Origen	Cenizas (%) bs
<i>L. mutabilis</i>		3,7
<i>L. mutabilis cv Astra Huancayo</i>	Perú	4,1
<i>L. albus</i>		3,4
<i>L abus</i>		3,9
<i>L. angustifolius</i>		3,5
<i>L. angustifolius</i>	Polonia	3,7
<i>L. luteus</i>		4,6
Soja	-	5,5 a 6,2

Fuente: Quispe (2015)

- b) Lípidos: Según Carrasco (2011) «el *Lupinus mutabilis* es importante por su alto contenido de proteína y aceite, nutrientes que lo colocan en un plano comparable al de la soya. El mismo autor indica que el grano amargo debido a la presencia de alcaloides quinolizidinicos contiene en promedio 42 % de proteína, en base seca; sin embargo, el proceso de desamargado (eliminación de alcaloides), permite concentrar aún más el contenido de este nutriente, registrando valores de hasta 51 %, en base seca. La proteína del tarwi

contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina» (Davila, 1987). En la Tabla 2 se puede observar la composición química del tarwi; donde se encuentra los componentes del grano de tarwi cocido con cascara y tarwi crudo sin cascara, resaltando su alto contenido proteico y energético.

Tabla 2. Composición del tarwi cocido con cascara y tarwi crudo sin cascara

Elemento	Tarwi cocido con cascara	Tarwi crudo sin cascara
Energía digestible (kcal/kg)	1510,00	2770,00
Agua (g)	69,70	46,30
Proteína (g)	11,60	17,30
Grasa (g)	8,60	17,50
Carbohidratos (g)	9,50	17,30
Fibra (g)	5,30	3,80
Ceniza (g)	0,60	1,60
Calcio (mg)	30,00	54,00
Fosforo (mg)	123,00	262,00
Hierro (mg)	1,40	2,30

Fuente: Instituto Nacional de Salud (2009).

En la tabla 3 se puede observar la composición de semilla completas peso en seco; donde se encuentra la composición del tarwi, tales como la proteína cruda, extracto éter, fibra cruda, ceniza y N- extracto libre.

Tabla 3 Composición química del grano de cuatro especies de lupinos cultivados

Composición de semillas completas % peso en seco	Proteína cruda	Extracto etereo	Fibra cruda	Ceniza	N- extracto libre
<i>L. albus</i>	36,7	11,5	9,8	3,4	37,8
<i>L. angustifolius</i>	31,1	5	14,7	3,5	43,1
<i>L. luteus</i>	41,8	5,4	15,8	4,1	35
<i>L. mutabilis</i>	42,6	18,7	7,3	3,7	27,3

Fuente: Carrasco, (2011)

«El *Lupinus mutabilis* tiene un elevado contenido de grasa (18-25 %), lo que hace factible la extracción de aceite a nivel industrial. Los lípidos constan de ácidos grasos insaturados, aproximadamente la mitad de estos constan de ácido oleico (35,1 – 54,6 %), existiendo un 22,30- 43,90 % de ácido linoleico y el 2,1 – 2,7 %, le corresponde al ácido linolénico» (Lara, 2003). En la tabla 4 se observa la diferencia de ácidos grasos que existe entre el tarwi grano amargo y tarwi grano desamargado expresado en porcentaje, resaltando un aumento notorio en el ácido oleico, ya que el tarwi pasa por un proceso de hidratación con la finalidad de extraer la mayor parte de alcaloides.

Tabla 4. Composición de ácidos grasos del tarwi (% de ácidos grasos totales)

Ácidos	Tarwi grano amargo ¹ (%)	Tarwi grano desamargado ² (%)
*Oleico (Omega 9)	40,4	52,53
*Linoleico (Omega 6)	37,1	28,40
*Linolénico (Omega 3)	2,9	2,98
Palmítico	13,4	11,28
Palmitoleico	0,2	0,16
Esteárico	5,7	7,30
Mirístico	0,6	Trazas
Araquídico	0,2	-
Behénico	0,2	-
Erúsico	0,0	-
Behénico	0,2	-

Fuente: (Gross, 1988)¹; (Gross, 1982)²

- c) Proteína; La semilla de tarwi es una excelente fuente de proteínas con un contenido promedio proteico de 42 %. En este sentido, «la variabilidad es muy amplia y se puede presentar ecotipos con un contenido de casi el 50 %. Las globulinas corresponden a la mayor fracción proteica, siendo la albumina la restante. El proceso de desamargado concentra todavía más el contenido proteico encontrándose en todos los productos valores de proteína mayores a 50 % del peso seco» (Lara, 2003). Con respecto al contenido de proteína y sólidos totales, «la leche de tarwi presenta una concentración similar a la de la leche de vaca; sin embargo, la proporción de grasa en el producto obtenido a partir del chocho es 51 % más bajo que el de la leche de vaca, característica deseable en las dietas con restricción de colesterol y triglicéridos» (Usos alternativos del chocho, 2006). En la Tabla 5 se muestra la diferencia que existe entre la leche de vaca y la leche de tarwi.

Tabla 5. Composición nutricional del extracto de tarwi y leche de vaca

Parámetro	Tarwi (%)	Leche Vaca (%)
Proteína	3,5	3,5
Grasa	1,60	3,3
Sólidos solubles	1	4,8
Sólidos totales	12,54	13

Fuente: Villacrés et al. (2006) citado por Segovia (2006)

d) Carbohidratos

Según Quispe (2015) los carbohidratos totales en el *Lupinus mutabilis* «se encuentran mayormente en la cáscara que en el cotiledón (35.45 y 20.15 % respectivamente), lo que permite un mejor manejo del grano en su aspecto tecnológico. El contenido de carbohidratos entre especies de lupino varía de 30 a 40%, estando el *L. mutabilis* como rango inferior (alrededor de 30%). Luego del proceso de desamargado del tarwi, se disminuye los carbohidratos 28.4 a 7.6%, esto es debido a la remoción de carbohidratos solubles».

2.2.1.3 Característica no nutricional

«El aprovechamiento del tarwi en el mundo se ha limitado por la presencia de sustancias tóxicas, debido principalmente a que las semillas poseen en su estructura alcaloides quinolizidínicos, que le confieren cierto grado de toxicidad y un sabor fuertemente amargo. Estas sustancias protegen a la planta en el medio e impiden que la semilla sin tratamiento pueda ser aprovechada para consumo. El tarwi contiene más de 70 tipos de alcaloides, entre los que destacan los grupos de la lupanina y esparteína» (Rodríguez, 2009).

«Las investigaciones se han ocupado en eliminar dichas sustancias, esencialmente con un enfoque agronómico y en segundo plano con enfoque industrial. A través del primer enfoque se han desarrollado, entre otros, especies como el lupino blanco (*L. albus*). En el caso del *L. mutabilis*, el mejoramiento agrícola no ha tenido grandes repercusiones ya que esto ha provocado la pérdida de sus características de resistencia. Actualmente el lupino andino se detoxifica mediante sucesivos lavados con agua que eliminan estas sustancias hasta niveles que permiten su consumo» (Ortega, 2010).

2.2.1.4 Extracto acuoso de tarwi

«Extracto acuoso de tarwi se denomina al que se ha eliminado la testa (descascarado), se licúa y cuela, dando un líquido de color crema, que se consume caliente agregando chocolate (pasta de cacao diluido). En dulces es utilizado como sustituto de la leche fresca siendo agradable y saludable. El extracto acuoso de tarwi es recomendable para personas alérgicas a la leche de vaca, puesto que el extracto acuoso de tarwi contiene un alto porcentaje de grasas vegetales insaturadas, incluso forma su propia nata» (Jacobsen y Mujica, 2006).

2.2.2 Lactosa

La lactosa (4-O- β -D-galactopiranosil-D-glucopiranososa) se encuentra exclusivamente en la leche de los mamíferos, y está constituida por una molécula de galactosa y otra de glucosa, unidas mediante un enlace glucosídico β (1,4). Debido a que el carbono anomérico de la glucosa está libre, este disacárido presenta las características de los azúcares reductores; existe en los isómeros α y β y, por lo tanto, presenta el fenómeno de mutarrotación. «De los disacáridos de importancia en alimentos, la lactosa es el menos soluble y dulce: tan sólo presenta 15 % del poder edulcorante de la sacarosa. Por su poder adsorbente, la lactosa se utiliza en la industria para retener compuestos que imparten sabores, aromas y colores y, al igual que la maltosa, se emplea en la panificación, pues interacciona fácilmente con proteínas y produce pigmentos mediante las reacciones de Maillard; también se aplica en productos de confitería, mezclas secas, productos lácteos, vegetales secos, botanas y fórmulas de alimento infantil» (Badui, 2006).

«La lactosa es el componente de la leche más lábil frente a la acción microbiana. La leche es fácilmente presa de bacterias de diversos tipos, que transforman la lactosa en ácido láctico y en otros ácidos alifáticos; transformación a veces nociva y frecuentemente muy útil. En la leche de vaca, el contenido de lactosa varía poco, entre 48 y 50 g/l. El factor más importante de variación es la infección de la mama, que reduce la secreción de lactosa. Debido a la regulación osmótica, el contenido en lactosa de la leche es (aproximadamente) inversamente proporcional al contenido de sales» (Alais, 2003).

2.2.3 Los probióticos

«Los probióticos son microorganismos que estimulan las funciones protectoras del tracto digestivo, también son conocidos como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprofilácticos, se utilizan para prevenir las infecciones entéricas y gastrointestinales» (Penna, 1998).

«Teniendo en cuenta que estos microorganismos benefician la salud del huésped, es necesario mantener la población de los probióticos alta mayor a 1×10^6 ufc; en el intestino, esto se puede lograr mediante la introducción en nuestra dieta de alimentos probióticos y prebióticos para estimular el crecimiento y la permanencia de estos» (FAO/WHO, 2001).

«Se puede inhibir el crecimiento de las especies no deseables, seleccionando factores de conservación que estos últimos no toleran según Gómez y Malcata», (1999). Por ello los productos con probióticos deben contener lo menos 10^7 ufc/ml y esta concentración debe mantenerse durante toda la vida útil del producto. Por lo tanto, la ingestión de 100 ml de un producto aporta alrededor de 10^9 ufc/ml de bacterias probióticas por día, lo cual es probablemente suficiente para observar efecto. Esta es la dosis mínima diaria, para mantener un equilibrio en nuestra flora intestinal. Las bacterias ácido-lácticas pueden colonizar transitoriamente el intestino y sobrevivir durante el tránsito intestinal, además, por su adhesión al epitelio, modifican la respuesta inmune local del hospedero» (Schiffin, 1997).

2.2.3.1 Bifidobacterium

De las múltiples especies de bifidobacterias que colonizan el organismo humano, *Bifidobacterium animalis* ssp lactis es una de las más estudiadas y una de sus cepas, la denominada Bb12 tiene amplio uso en nutrición humana.

«*Bifidobacterium animalis* ssp lactis es un anaerobio Gram-positivo que se encuentra frecuentemente en el intestino de los seres humanos. *Bifidobacterium animalis* y *Bifidobacterium lactis* fueron considerados especies separadas, pero en la actualidad están clasificados como *Bifidobacterium animalis* subespecie animalis y *Bifidobacterium animalis* subespecie lactis, del que Bb12 es una cepa; las denominaciones antiguas aún están en uso en el etiquetado de alimentos. *Bifidobacterium animalis* ssp lactis Bb12 es capaz de crecer a temperaturas elevadas para este tipo de microorganismos (41° - 43° C) y es más tolerante a los ambientes ácidos en comparación con otras bacterias de origen humano, lo que favorece su utilización en procesos industriales de la producción de algunos alimentos» (Vernazza y Gibson, 2006.).

2.2.4 Lactobacillus

«Las bacterias lácticas como es el género Lactobacillus están comprendidas por bacterias en forma bacilar de $0,5 - 1,2 \times 1,0 - 10,0$ μm ; comúnmente se asocian en cadenas cortas, son anaerobias facultativas o microaerófilas, catalasa y citocromo negativos. Excepcionalmente pueden poseer motilidad por flagelos peritricos. Los lactobacilos son autótrofos quimioorganotróficos, necesitan medios complejos para su crecimiento, degradan la sacarosa para producir lactato. La temperatura óptima de crecimiento de los lactobacilos está entre $30 - 40^{\circ}\text{C}$.» (Foo et al., 1993).

«Su cantidad aumenta en el intestino cuando aumenta el contenido de carbohidratos en la dieta; pueden ser predominantes cuando se ingiere una dieta láctea. Estos bacilos, bastante gruesos y de longitud variable, se disponen aislados, a pares frecuentemente algo flexionados en la unión, y en empalizadas. Las cadenas largas, las formas filamentosas y las formas en maza no son raras. Los cultivos jóvenes se tiñen uniformemente grampositivos; los cultivos viejos, a menudo muestran coloración listada o bipolar y pueden decolorarse fácilmente. Las colonias, generalmente pequeñas, pueden variar en su forma: de la opaca, redonda y lisa a la aplanada, translúcida e irregular, frecuentemente con aspecto de cristal» (Alais, 2003).

«La acidificación en la leche con *L. acidophilus*, es débil (como en los estreptococos lácticos) y pueden asimilarse numerosos y diferentes azúcares. Esta especie es la única que puede implantarse entre la flora intestinal de los niños alimentados con biberón; también se encuentra con frecuencia en las heces del hombre adulto y de los mamíferos. La posibilidad de multiplicarse en el intestino ha atraído la atención sobre *L. acidophilus*, en lo que se refiere a la utilización de las leches fermentadas. El antibiótico "acidofilina" se ha mencionado anteriormente» (Alais, 2003).

2.2.5 Streptococcus thermophilus

«Esta cepa pertenece al grupo de las bacterias ácido lácticas (BAL) y es una de las más usadas en la industria láctea para la producción de queso y yogur, y es un microorganismo calificado como GRAS. Debido a que es una cepa termófila (T óptima de crecimiento 42-45 °C) es muy utilizada para la manufactura de quesos como el suizo o italiano, los cuales tienen etapas de altas temperaturas en el proceso de elaboración» (Romero y Mestres, 2004).

Streptococcus thermophilus pertenece al grupo de BAL homofermentativas que tienen como hábitats naturales la mucosa mamaria bovina y la leche, por lo tanto, también se encuentran en productos derivados de la leche. «Al gram se observan cocos dispuestos en pares o cadenas de 0,7 a 0,9 um de diámetro, características que varían según el medio de cultivo y la temperatura de crecimiento, usan la ruta EMP (glicólisis) para la fermentación de la lactosa a ácido láctico produciendo un 0,7-0,8% de ácido láctico y algunas cepas alcanzan a producir hasta un 1%. Los streptococos se clasifican primariamente en su género basado en su morfología de acuerdo con la tinción de Gram (positiva), en la cantidad y tipo de ácido láctico formado (D, L, o DL), en su crecimiento en NaCl 6,5%, en la hidrólisis de arginina y la temperatura óptima de crecimiento» (Goh et al., 2011).

«Una de las características fenotípicas más importantes es la capacidad de algunas cepas de producir EPS (exopolisacárido), el cual es de gran importancia para la industria alimentaria debido a sus propiedades antes mencionadas» (Mora, 2002).

2.2.6 Las bebidas vegetales

«Las bebidas vegetales son extractos líquidos de legumbres (como la soja), frutos secos (como las almendras) o cereales (como la avena). De manera resumida, el proceso de elaboración consiste en remojar el grano, molerlo y colarlo para obtener un líquido con un valor nutritivo variable en proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, en función del sistema de obtención y de la materia prima utilizada. Con frecuencia, los fabricantes añaden nutrientes tras su elaboración para intentar asemejar su composición a la de la leche de vaca. Es por ello por lo que estas bebidas se denominan en ocasiones "sucedáneos de la leche de vaca", porque su composición nutricional se aleja mucho de la de la leche de vaca» (Eroski Consumer, 01-09-2015).

«Si la intolerancia a la lactosa está bien diagnosticada (por un médico), tiene sentido utilizar bebidas vegetales en sustitución de la leche de vaca (ya que no tienen lactosa). Sin embargo, no es imprescindible renunciar a la leche de vaca. Primero, porque en el mercado existen leches de vaca sin lactosa. Y, segundo, porque muchas personas con intolerancia a la lactosa pueden tolerar bien una ingesta de hasta 12 gramos de lactosa, el equivalente a un vaso de leche, en una dosis única. De hecho, es habitual que los individuos con esta dolencia puedan tolerar mayores cantidades si la consumen en dosis más pequeñas repartidas a lo largo del día y junto a otros alimentos» (Eroski Consumer, 01-09-2015).

2.2.7 Análogos de las leches fermentadas

«La soja es un producto relativamente abundante, barato y rico en proteínas; pero el principal inconveniente de los alimentos a base de soja es su sabor a frijón y la flatulencia que ocasionan (producción de dióxido de carbono, hidrógeno y metano por la flora intestinal como resultado de la degradación y/o metabolismo de los oligosacáridos presentes en la semilla de soja). Obviamente estos problemas pueden ser solventados por diversas técnicas de procesamiento y/o fermentación». La producción de yogurt a partir de la leche de soja ha sido evaluada por Pinthong, Macrae y Rothwell (1980).

La fermentación láctica reduce el aroma a legumbre y factores antinutricionales; con la adición de edulcorantes se puede obtener productos con mejor aceptación por los panelistas. «Se han realizado intentos por mejorar el aroma y el sabor de los análogos de las leches fermentadas mediante la fortificación con diversos componentes como el concentrado de proteína de suero, leche descremada en polvo desnatado, lactosa, sacarosa, y fructuosa. Parece que la fortificación con azúcares mejora el sabor e incrementa la fermentación de la estaquiosa, reduciendo la flatulencia; sin embargo, la viscosidad puede ser menor con estas condiciones. Se ha demostrado que muchas bacterias estárter son capaces de fermentar a la leche de soja, y tiene una importancia fundamental la capacidad de fermentar la sacarosa» (Buono, 1988).

2.2.8 Reología de alimentos

Los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos que ingiere el hombre; «los adultos consumen más productos líquidos y pastosos que alimentos sólidos por la facilidad de ingestión y digestión; en los niños y recién nacidos la importancia de los alimentos fluidos y particularmente líquidos es fundamental. Cuando un alimento se procesa, el mismo está sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto que no requiera movilización» (Ramírez, 2006).

2.2.9 Comportamiento no newtoniano

«Desafortunadamente, muchos fluidos no son newtonianos, es decir, hay una relación no lineal entre la fuerza de cizalla y el gradiente de cizalla» (Lewis, 1993).

«Un líquido no newtoniano también se define como aquel que exhibe un flujo uniforme, pero para el que no es constante la relación entre tensión tangencial y velocidad de deformación (la viscosidad no es constante)» (Muller, 1977).

Los fluidos no newtonianos son más difíciles de utilizar y caracterizar de forma experimental puesto que la viscosidad dependerá de las condiciones experimentales seleccionadas. La viscosidad y la acción cizallante dependen de una serie de factores que son los siguientes:

- La naturaleza de las fases continúa y dispersa.
- Las interacciones partícula - partícula y partícula - solvente.
- La concentración de partículas, su forma, tamaño y composición química (Lewis, 1993).

«En lugar del coeficiente de viscosidad η , se usa frecuentemente un “coeficiente de viscosidad aparente”, que se define como el primero, es decir, como la tensión tangencial dividida por la velocidad de deformación. La viscosidad aparente no es una constante, depende de la tensión tangencial» (Muller, 1977).

2.2.10 Las pruebas de aceptabilidad sensorial

Este tipo de prueba está destinado especialmente a determinar las expectativas de aceptabilidad de un producto por el mercado consumidor, afirma Wittig (2001). Y se pueden realizar estudios de aceptación y de preferencia. Ambos son conceptos primarios en el plano económico. Son muchos los factores que se combinan para decidir la selección. Ya vimos que la apariencia y color son los primeros factores que afectan la selección. Luego le siguen la textura y sabor, llegando este último a ser tan importante que muchas personas consideran sinónimo calidad de sabor y grado de aceptación.

«Los tests pertenecientes a este grupo nos permiten tener una indicación de la probable reacción del consumidor, frente a un nuevo producto, o a una modificación de uno ya existente o de un sucedáneo o sustituto de los que habitualmente se consumen. Mediante esta prueba es posible conocer una probable reacción del consumidor. Indica los aspectos que hacen al producto deseable o indeseable. No puede indicar la total preferencia del público. Cuando se desea conocer el grado de aceptabilidad se debe agregar una escala de grados de aceptación. Los datos obtenidos se evalúan estadísticamente, como es el caso de la escala hedónica» (Wittig 2001).

La escala hedónica es un método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrade el producto, esto lo informa de acuerdo con una escala verbal-numérica que va en la ficha.

2.2.11 La metodología de superficies de respuesta (MSR)

«La metodología de superficies de respuesta, o MSR, es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles en el modelado y e

El análisis de problemas en los que una respuesta de interés recibe la influencia de diversas variables y donde el objetivo es optimizar esta respuesta» (Montgomery, 2004).

Asimismo, Gutiérrez y De La Vara (2008), afirma que «la MSR es la estrategia experimental y de análisis que permite resolver el problema de encontrar las condiciones de operación óptimas de un proceso, es decir, aquellas que dan por resultado "valores óptimos" de una o varias características de calidad del producto».

Jiménez (2015) también indica que la MSR, «es una combinación del diseño experimental y del análisis de regresión que fue introducida por Box y Wilson en 1951. Es una estrategia de experimentación secuencial y modelación que conduce a la localización de los valores óptimos de las variables independientes que maximizan, minimizan o cumplen ciertas restricciones en la variable respuesta».

Modelos de primer orden: Cuando no se tiene suficiente información acerca de la forma que presenta la superficie de respuesta, el primer intento de ajuste se hace, generalmente, aproximando a través de un modelo de primer orden. La forma general de un modelo de primer orden con k factores, X_1, X_2, \dots, X_k , es como se muestra a continuación.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon$$

- Y = Variable respuesta
 - β_0, β_i = Coeficientes (Parámetros desconocidos)
 - X_i = Variable independiente
 - ε = Error aleatorio
- (Avalos y Zapata, 2013).

2.2.12 Optimización de respuestas múltiples

«Muchos problemas de superficies de respuesta incluyen el análisis de varias respuestas. La consideración simultánea de respuestas múltiples requiere construir primero un modelo de superficie de respuesta apropiado para cada respuesta y después intentar encontrar un conjunto de condiciones de operación que optimice en cierto sentido todas las respuestas o que al menos las mantenga en los rangos deseados» (Montgomery, 2004).

Entre los métodos más importantes de optimización se tienen simultánea, uno gráfico (De la Vara y Domínguez, 2002) y el otro analítico, «basado en una función de deseabilidad. Ambos métodos proveen soluciones consistentes tanto con los datos observados en el experimento como con la información que se les provee».

Además, Gutiérrez y De La Vara, (2008) sugieren que para aplicar estos métodos es importante contar con el software como ser Statgraphics, Minitab o Desig expert.

2.2.13 Optimización en el diseño de alimentos

«Es muy común que en el área de los alimentos se tenga que optimizar una respuesta global que dependerá de diversas respuestas parciales. Las funciones de decisión multicriterio 'Multicriteria Decisión Making' (Pavan y Todeschini, 2008) son una disciplina que se ocupa de las decisiones relativas a la elección de la mejor alternativa a partir de varios posibles criterios. Son un instrumento matemático que permite tener una estrategia para tomar decisiones a partir de una gran variedad de fuentes, ya que no requiere ninguna restricción fuerte en las estructuras de preferencia. En la industria alimentaria, han venido aplicándose con éxito metodologías experimentales para evaluar de manera consistente y económica la influencia de los factores y/o componentes de la mezcla en el producto final, varios autores presentan investigaciones con diversas metodologías experimentales en el estudio y optimización de productos alimenticios» (Álvarez y Salamanca, 2007).

2.3 Definición de términos

- a. **Leguminosa:** Del grupo de las angiospermas diotiledoneas, yamimosacea o papilionácea, con hojas casi siempre alternas y compuestas y conestipulas, flores de corola actinomorfa o cigomorfa, a mariposada en muchas especies, y fruto en legumbre con varias semillas sin albumen (Diccionario real academia española, 2016).
- b. **Ácido láctico:** Principal metabolito de la transformación de los azúcares por las bacterias ácido-lácticas en la fermentación de aceitunas y otros vegetales (COI, 2016).
- c. **Sucedáneo:** Dicho de una sustancia que, por tener propiedades parecidas a las otras, puede remplazarla (Real academia española, 2017).
- d. **Lácteo:** Se utiliza siempre y cuando la leche o el producto lácteo sea el ingrediente esencial en términos cuantitativos que caracteriza al producto final. Se establece que sea superior al 60%. Si el producto tiene menos de este porcentaje no podrá utilizarse ninguno de los términos lecheros (Ministerio de Salud, 2017).

- e. **Significancia:** La significancia predefinida denotada con α , es el riesgo máximo que el experimentador está dispuesto a correr para rechazar la hipótesis nula H_0 indebidamente (error tipo I). Mientras que la significancia observada o calculada, también conocida como **p-value** o **valor-p**, es la probabilidad de referencia más allá del valor del estadístico de prueba. Donde la H_0 se rechaza si la significancia observada es menor que la significancia denotada, ósea, si $\text{valor-p} < \alpha$ Gutiérrez y De La Vara (2008).

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo experimental y analítico porque según Supo (2013) son aquellas investigaciones donde se estudian la relación causa-efecto entre las variables independientes y dependientes. Que para la presente investigación corresponde al efecto de la mezcla de tarwi y lactosa sobre las respuestas evaluadas.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño es experimental "verdadero" o "puro" pues según Supo (2013) son aquellas investigaciones donde el investigador manipulan directamente las variables independientes y, asimismo, Hernández et al (2010) afirma que un diseño experimental "puro" es aquel donde hay manipulación de la variable independiente (niveles).

3.2 Población y/o muestra de estudio

Gutiérrez y De la Vara (2008) consideran que las poblaciones pueden ser k métodos de producción, k tratamientos, k grupos, etc, y su número es determinado por el investigador, dependiendo del problema particular de que se trata. Y considerando los niveles de las variables propuestas en estudio (Tabla 6), se escogió un diseño de 2 factores 3 x 2 la cual se ejecutó en 6 corridas o muestras diseñadas (Tabla 7).

Tabla 6. Factores (variables) y sus niveles reales del diseño experimental

Factores	Niveles			Unidades
	Bajo	Medio	Alto	
X1: Tarwi	10	15	20	%
X2: Lactosa	3	---	5	%

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 7. Tratamientos para investigar al sucedaneo de yogurt

Tratamiento	X1: Tarwi	X2: Lactosa
1	10	3
2	10	5
3	15	3
4	15	5
5	20	3
6	20	5

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.3 Operacionalización de variables

La Tabla 8 muestra la operacionalización de las variables en estudio, así como los instrumentos utilizados para la medición de estos.

Tabla 8. Operacionalización de las variables independientes y dependientes

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento de medición
Variable independiente			
Tarwi y lactosa	Tarwi	X1: Tarwi (%)	Balanza
	Lactosa	X2: Lactosa (%)	Balanza
Variables dependientes			
Sucedáneo de yogurt	Características fisicoquímicas	Y1: Acidez (%)	Equipo gravimétrico
		Y2: pH	Potenciómetro
		Y3: Viscosidad (cP)	Viscosímetro brookfield
	Características sensoriales:	Y4: Color	Escala hedónica 5 puntos
		Y5: Olor	
		Y6: Aspecto	

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1 Procedimiento de elaboración del sucedáneo de yogurt

- a. Selección y pesado: Se pesa el tarwi en diferentes concentraciones (10 %, 15 % y 20 %).
- b. Pasteurización: La pasteurización se realizó a una temperatura de 80 °C por 10 minutos. Integrando de 10,5 % de azúcar y 1 % CMC, con la finalidad de aumentar los nutrientes para las bacterias y favorecer la consistencia.
- c. Enfriamiento: Después de realizarse el calentamiento de la leche se procedió a ser enfriada a una temperatura de 50 °C para la adición de lactosa (3 % y 5 %) para poder realizar esta operación se debe usar agua fría para acelerar el procedimiento.

- d.** Inoculación (adición de cultivo): El cultivo será aplicado al 1 %, manteniendo la temperatura en 43 °C.
- e.** Incubación: A una temperatura estable de 46 °C con la finalidad que las bacterias puedan trabajar adecuadamente. El tiempo de incubación fue 6 horas.
- f.** Enfriamiento: Después de la fermentación se disminuyó la temperatura del yogurt a 20 °C teniendo cuidado de no maltratar la cuajada formada.
- g.** Envasado: El envasado (Figura 4) se realizó inmediatamente después de la mezcla, manteniendo la temperatura del producto.
- h.** Refrigeración y almacenaje a 8-10 °C.
- i.** Análisis de tratamientos: Después de 3 días de almacenaje se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos (Figura 5) y sensoriales planeados.

En la figura 1 se muestra en diseño de la investigación de tipo experimental, donde se destacan las variables propuestas para la investigación (independientes) y las variables respuesta (dependientes) que fueron medidas en las unidades de estudios establecidos como son los granos de tarwi y adición de lactosa incubado con cultivo probiótico.

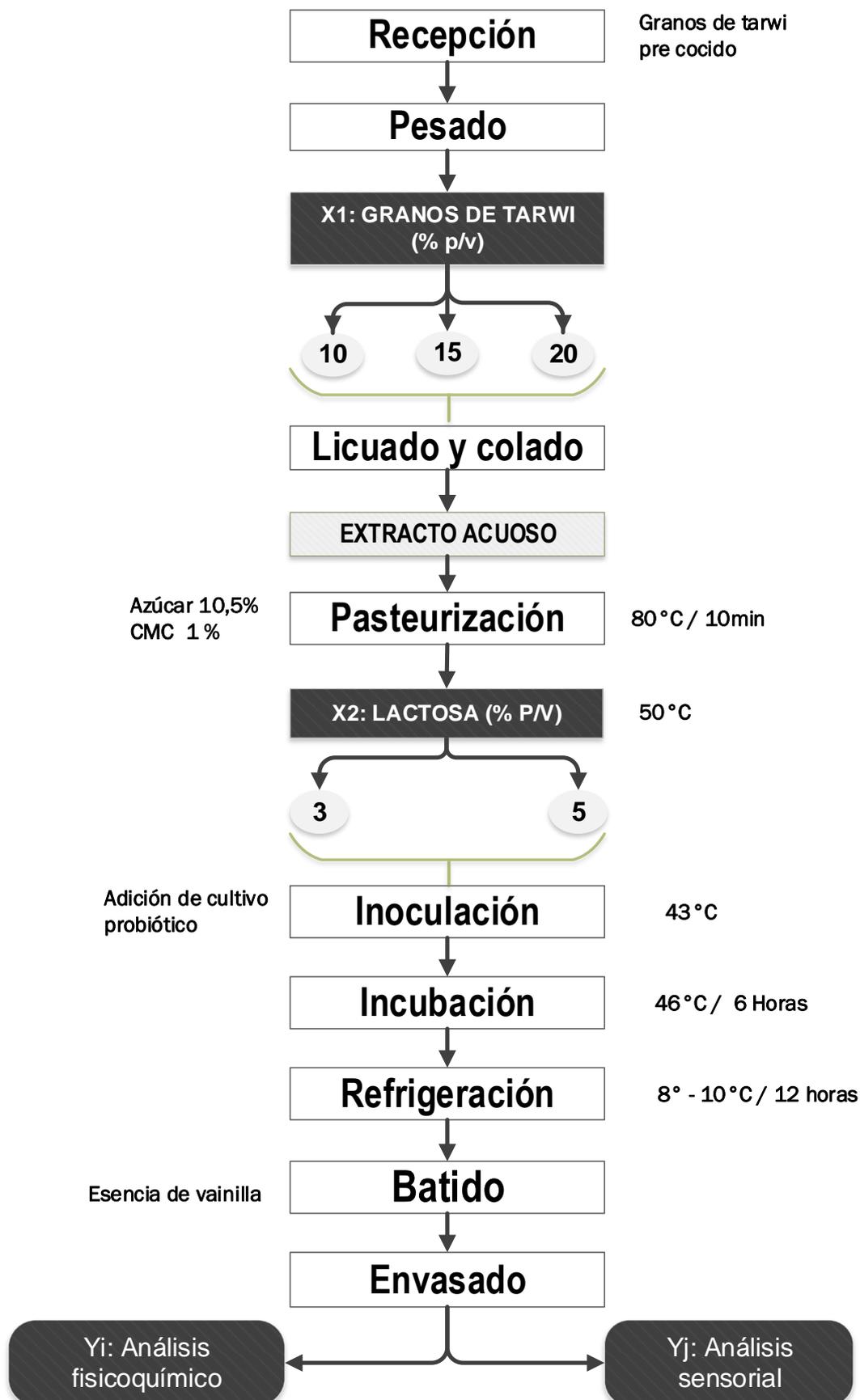


Figura 1. Diseño de investigación de tipo experimental para el sucedáneo de yogurt
Fuente: Elaboración propia (2018)

3.4.2 Instrumentos

3.4.2.1 Materiales

- Materiales de laboratorio
 - Vaso precipitado 250 ml de vidrio.
 - Probeta 500 ml de vidrio
 - Agua destilada.
 - Pipetas volumétricas de 5 y 10 ml.
- Materiales de proceso
 - Jarra medidora de 1 litro
 - Papel film.
 - Espátula.

3.4.2.2 Equipos

- Equipos de laboratorio:
 - Termómetro digital.
 - Potenciómetro (Marca Adam).
 - Balanza analítica.
 - Desecador de vidrio
 - Estufa con capacidad max. de 110 °C.
 - Viscosímetro de brookfield.
- Equipos de proceso
 - Licuadora (Marca Oster, volumen 2)
 - Termómetro digital.
 - Cocina a gas.

3.4.2.3 Insumos

- Cultivo láctico probiótico (Marca Sacco 440A).
- Tarwi precocido (humedad proximal 60-70%).
- Carboximetil celulosa de sodio (CMC), pureza de 99%.
- Azúcar blanca.
- Lactosa anhidra (Marca Onmichem).

3.4.2.4 Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.
- Indicador fenolftaleína.

3.4.3 Técnicas analíticas

3.4.4 Determinación de acidez titulable

De acuerdo con la norma técnica ecuatoriana (INEN 13) se procede utilizar la siguiente metodología (Ver en el anexo 8).

- Verter en un vaso precipitado de 100 ml, 10ml de yogurt.
- Adicionar 3 a 5 gotas de fenolftaleína.
- Titular con NaOH 0,1 N hasta viraje a color rosado.
- Anotar el gasto.
- Aplicar formula:

$$\% \text{ de ácido lactico} = \frac{(ml \text{ NaOH})(N)(Meq.)}{(\text{Peso de la muestra (g) o volumen (mL)})}$$

3.4.5 Determinación de pH

Se procede utilizar la siguiente metodología según R. Lees (2001):

- Calibración del pHmetro
- Enjuague del electrodo con agua destilada
- Llenar en un Erlenmeyer 50mL de muestra
- Colocar el agitador magnético para obtener la medición exacta.
- Poner el electrodo en la muestra y esperar 5min para su lectura.

3.4.6 Determinación de solidos totales

Se procede utilizar la siguiente metodología según R. Lees (2001):

- Secar la placa en una estufa y enfriar en un desecador.
- Pesar la placa a T°C ambiente.
- Pipetear aproximadamente 5 ml de sucedáneo de yogurt en la placa.
- Pesar nuevamente.
- Luego someter a una desecación por cinco horas en la estufa a 103°C ± 2°C.
- Hacer el control por hora con el pesado de las muestras.

Calcular el contenido de sólidos totales de las muestras como sigue:

$$ST = (G1-G) * 1\ 000/V$$

Donde:

- ST = son los sólidos totales, en mg/L;

- G_1 = es el peso de la cápsula con el residuo, después de la evaporación, en mg.
- G = es el peso de la cápsula vacía, en mg.
- V = es el volumen de muestra, en mL.

3.4.7 Determinación de viscosidad absoluta

Determinación de viscosidad: De acuerdo con lo propuesto por Alvarado (2010) se utilizó el viscosímetro de Brookfield Heng realizando lecturas directas del valor porcentual de la viscosidad de las muestras del sucedáneo de yogurt, en un volumen de 0,5 L a 25°C.

3.4.8 Método de análisis sensorial

Se aplicó a la prueba afectiva con la escala hedónica de 5 puntos (Anexo 3), con panelistas semientrenados conformado por alumnos y profesores de la Escuela de ingeniería agroindustrial que en un número de 14 jueces, utilizaron la ficha de cata considero el análisis de los atributos: color, olor, sabor, y aspecto.

3.5 Análisis de datos

Para el análisis de los 6 experimentos ejecutados, se aplicó la metodología de superficie de respuesta, que mediante el análisis de varianza a un nivel de significación de 5% evaluó la significancia de los modelos propuestos, para luego aplicar la optimización multivariable ajustando a una función de respuesta (Función deseada) y así hallar el tratamiento óptimo. El modelo seleccionado, responde a la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2$$

Donde (Y) es el valor de la respuesta esperada, los β son los parámetros del modelo, X_1 y X_2 son los factores estudiados. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software Statgraphics centurión XVI.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Análisis físico químico

Los resultados de las propiedades fisicoquímicas del sucedáneo de yogurt elaborado a base de extracto de tarwi con lactosa y fermentado con cultivo probiótico, se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados del análisis fisicoquímico del sucedáneo de yogurt

Tratamientos	A:X1: Tarwi (%)	B:X2: Lactosa (%)	Y1: Acidez (%)	Y2: pH	Y3: Viscosidad (cP)	Y4: Sólidos totales (%)
1	10	3	0,13	4,86	1370,8	15,34
2	10	5	0,1	5,17	983,3	16,82
3	15	3	0,15	4,9	762,5	16,94
4	15	5	0,16	5,05	653,3	17,85
5	20	3	0,21	5,05	591,7	19,98
6	20	5	0,22	5,01	389,2	19,88

Fuente: elaboración propia (2018)

4.1.1 Evaluación de la acidez

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 2) puede observarse que la concentración tarwi presenta una relación lineal, directa y significativa (p valor $< 0,05$) sobre la variación de la acidez del sucedáneo de yogurt.

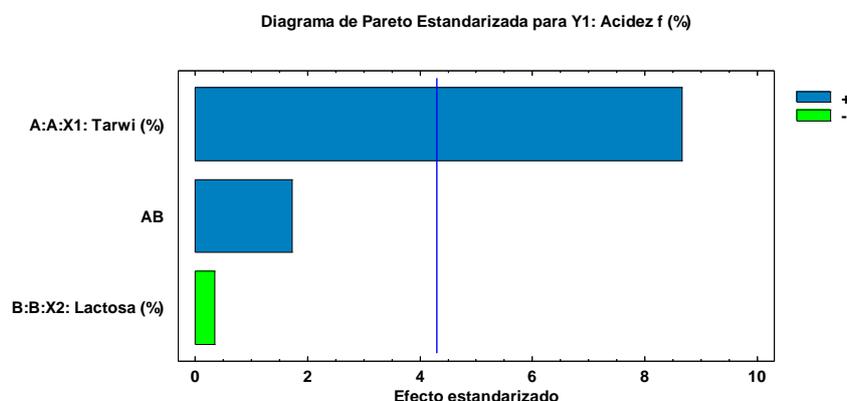


Figura 2. Análisis del diagrama de Pareto para la variación de la acidez
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la variabilidad de la acidez final (Tabla 10) según la prueba F (p valor = 0,0372) resultó significativa. Además, obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,9750 valor muy cercano a 1; estos resultados permiten afirmar que el modelo propuesto es estadísticamente significativo, es decir que las variables de proceso (X_1 y X_2) explican el comportamiento de la variación de la acidez del sucedáneo de yogurt a escala de laboratorio.

Tabla 10. Análisis de varianza para la acidez

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	0,0104	3	0,0035	26,04	0,0372	significant
A-X1: Tarwi (%)	0,0100	1	0,0100	75,00	0,0131	
B-X2: Lactosa (%)	0,0000	1	0,0000	0,1250	0,7575	
AB	0,0004	1	0,0004	3,00	0,2254	
Residual	0,0003	2	0,0001			
Total	0,0107	5				
R^2	0,975	C.V	7,14 %.			

Fuente: elaboración propia (2018)

A fin de identificar las posibles tendencias de los factores sobre la acidez la Figura 3 de efectos principales, muestra que la concentración del extracto de tarwi es quien registra una relación directa y con la mayor variación de la acidez tal es así que con una mayor concentración (20%) se alcanza valores de acidez de hasta 0,21 %.

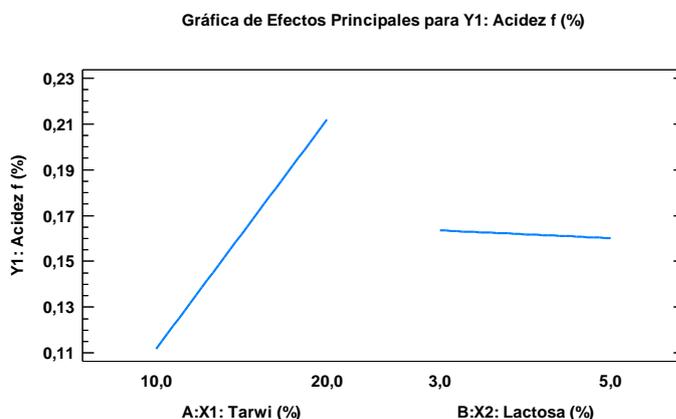


Figura 3. Efecto de los factores principales sobre la variación de la acidez
Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 4 de superficie de respuesta construida con el modelo propuesto (Ecuación 1); muestra que la región de mayor acidez dependerá que se incremente la concentración de extracto de tarwi alcanzando un estimado de 0,22%. Mientras que la tendencia de menores valores de acidez será a menor concentración de tarwi y mayor concentración de lactosa de hasta 0,1%.

$$Y1: \text{Acidez (\%)} = +0,138333 + 0,002000 X1: \text{Tarwi (\%)} - 0,031667 X2: \text{Lactosa (\%)} + 0,002000 X1: \text{Tarwi (\%)} * X2: \text{Lactosa (\%)} \dots \text{Ecuación 1}$$

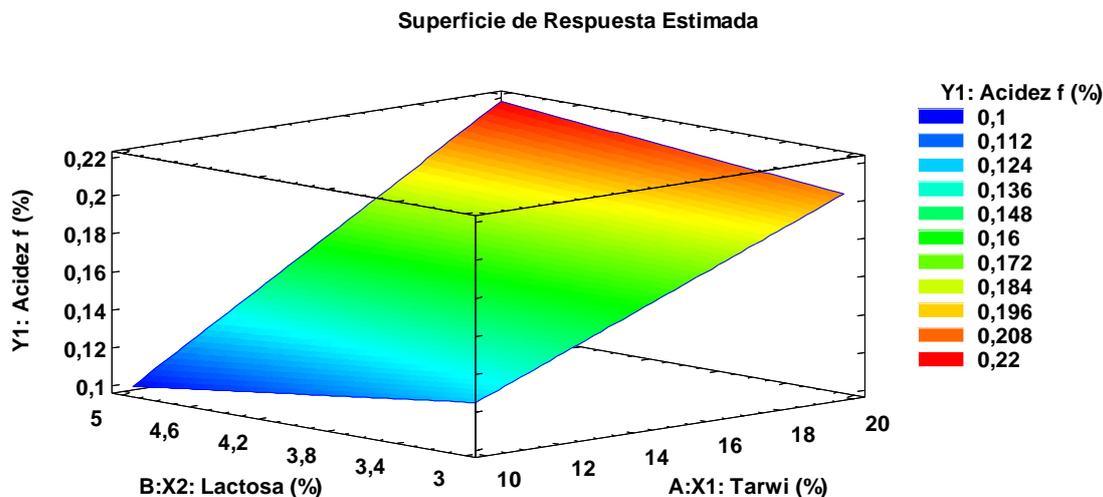


Figura 4. Superficie de respuesta para la variación de la acidez
Fuente: elaboración propia (2018)

4.1.2 Evaluación del pH

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 5) puede observarse que la relación combinada de concentración de extracto tarwi –lactosa presenta una relación inversa sobre el pH, mientras que la concentración de lactosa presenta una relación lineal, directa y significativa (p valor $< 0,05$) con respecto al pH del sucedáneo de yogurt.

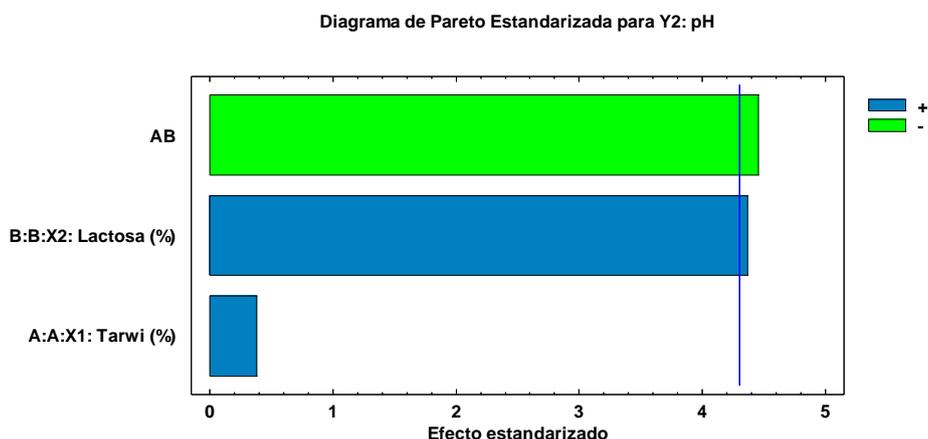


Figura 5. Análisis del diagrama de Pareto para la variación del pH
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la variabilidad del pH final (Tabla 11) según la prueba F (p valor = 0,0721) resultó no significativa. Pero, obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,9513 valor muy cercano a 1; resultados que permite

decir que las variables de proceso (X1 y X2) explican el comportamiento de la variación del pH del sucedáneo de yogurt a escala de laboratorio.

Tabla 11. Análisis de varianza para el pH

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	0,0603	3	0,0201	13,03	0,0721	not significant
A-X1: Tarwi (%)	0,0002	1	0,0002	0,1459	0,7392	
B-X2: Lactosa (%)	0,0294	1	0,0294	19,07	0,0486	
AB	0,0306	1	0,0306	19,86	0,0468	
Residual	0,0031	2	0,0015			
Total	0,0633	5				
R ²	0,9513	CV	0,7841 %			

Fuente: elaboración propia (2018)

Asimismo, en la Figura 6 de efectos principales, se observa que la concentración de lactosa es quien presenta una relación directa y con la mayor variación del pH tal es así que con la mayor concentración de lactosa (5%) se alcanza valores del pH de hasta 5,07.

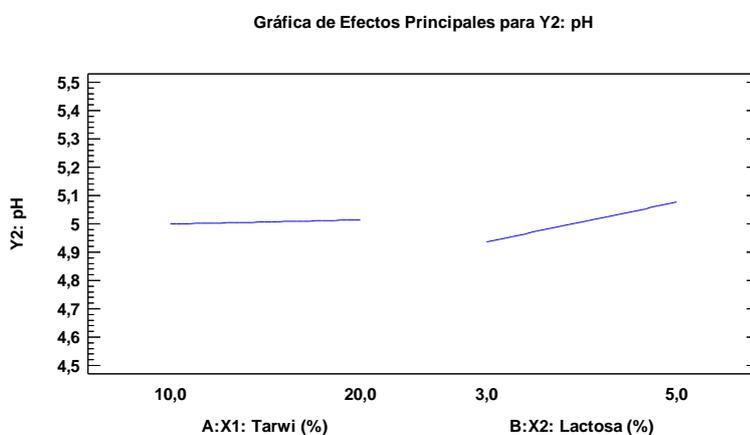


Figura 6. Efecto de los factores principales sobre la variación del pH
Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 7 de superficie de respuesta construida con el modelo propuesto (Ecuación 2); muestra que la región de mayor pH dependerá que se incremente la concentración de lactosa alcanzando un estimado de 5,12. Mientras que la tendencia de menores valores de acidez será a menor concentración de tarwi con valores promedio de 4,84.

Y2: pH = 3,65417 +0,071500 X1: Tarwi (%) +0,332500 X2: Lactosa (%) -0,017500 X1:
Tarwi (%) * X2: Lactosa (%) ... Ecuación 2

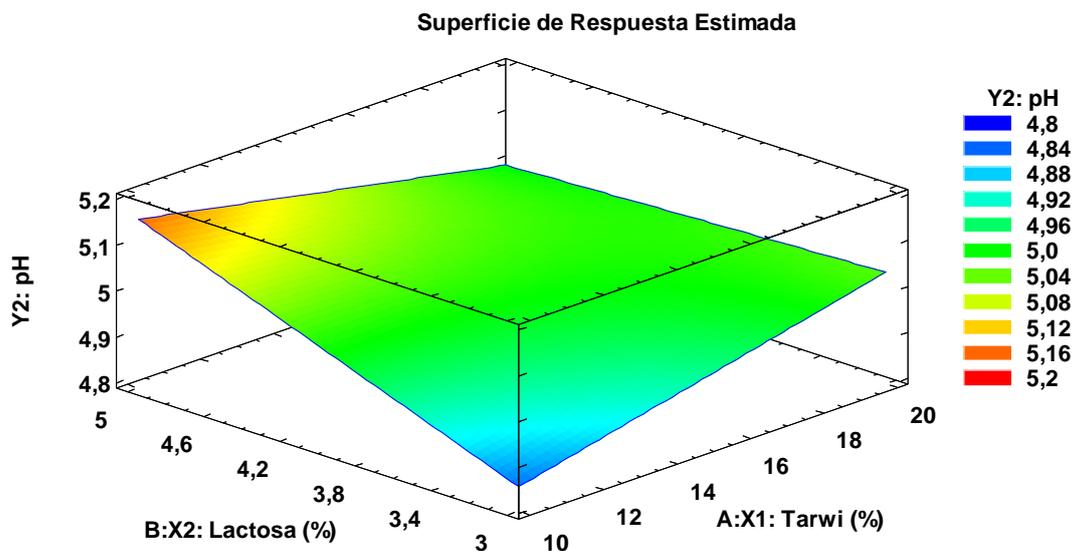


Figura 7. Superficie de respuesta para la variación del pH
Fuente: elaboración propia (2018)

4.1.3 Evaluación de la viscosidad

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 8) puede observarse que la concentración de tarwi presenta una relación lineal, inversa y significativa (p valor $< 0,05$) sobre la viscosidad del sucedáneo de yogurt.

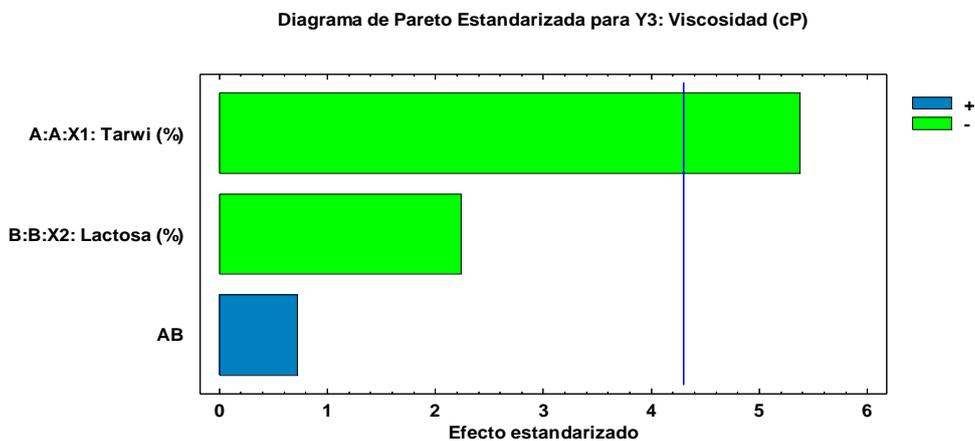


Figura 8. Análisis del diagrama de Pareto para la variación de la viscosidad
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la variabilidad de la viscosidad final (Tabla 13) según la prueba F (p valor = 0,0812) resultó no significativa. Aunque con un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,9451 que es muy cercano a 1 permite afirmar que el modelo propuesto explica el comportamiento de la variación de la viscosidad del sucedáneo de yogurt.

Tabla 12. Análisis de varianza para la viscosidad

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	5,615E+05	3	1,872E+05	11,47	0,0812	not significant
A-X1: Tarwi (%)	4,714E+05	1	4,714E+05	28,90	0,0329	
B-X2: Lactosa (%)	81480,11	1	81480,11	4,99	0,1550	
AB	8556,25	1	8556,25	0,5245	0,5442	
Residual	32624,84	2	16312,42			
Total	5,941E+05	5				
R ²	0,9451	CV	16,13 %			

Fuente: elaboración propia (2018)

Asimismo, la Figura 9 de efectos principales, muestra como a menor concentración del extracto de tarwi es mayor la variación de la viscosidad tal es así que al 10% se alcanza valores de viscosidad de hasta 1150 cP.

Gráfica de Efectos Principales para Y3: Viscosidad (cP)

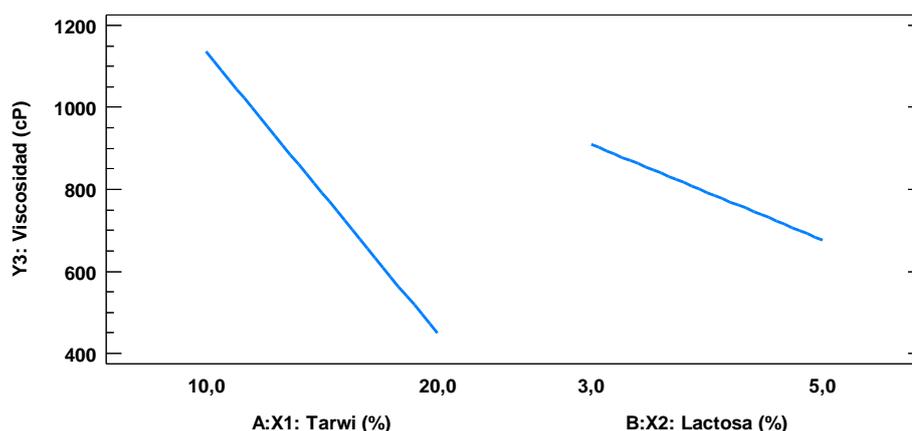


Figura 9. Efecto de los factores principales sobre la variación de la viscosidad
Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 10 de superficie de respuesta construida con el modelo propuesto (Ecuación 3), se muestra que la región de mayor viscosidad dependerá de incrementar la concentración de extracto de tarwi alcanzando un estimado de 1280 cP. Mientras que la tendencia de menores valores de viscosidad será a menor concentración de tarwi con valores promedio de 320 cP.

$$Y3: \text{Viscosidad (cP)} = 2842,83333 - 105,66000 X1: \text{Tarwi (\%)} - 255,28333 X2: \text{Lactosa (\%)} + 9,25000 X1: \text{Tarwi (\%)} * X2: \text{Lactosa (\%)} \dots \text{Ecuación 3}$$

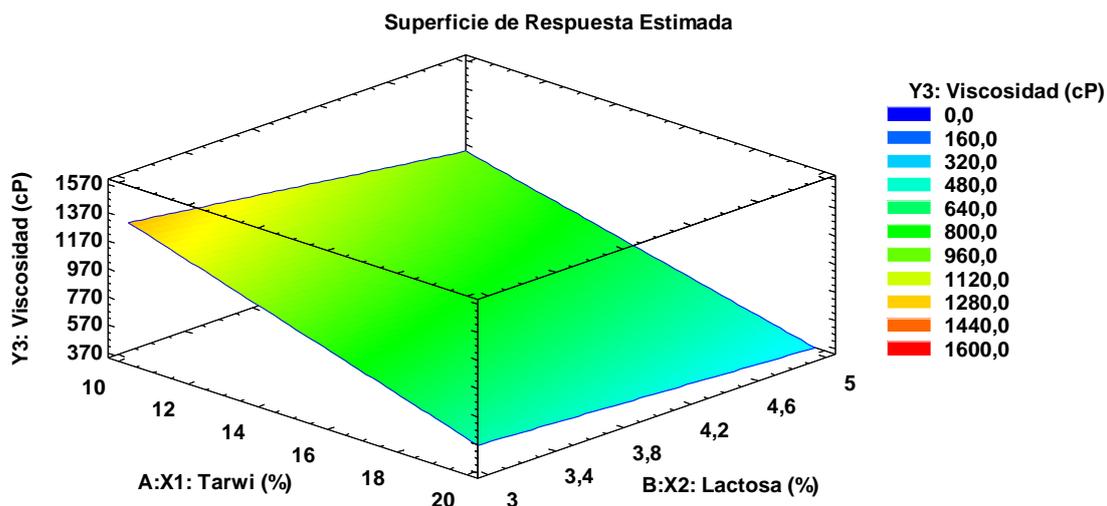


Figura 10. Superficie de respuesta para la variación de la viscosidad
Fuente: elaboración propia (2018)

4.1.4 Evaluación de los sólidos totales

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 11) se observa que la concentración de tarwi presenta una relación lineal, directa y significativa (p valor $< 0,05$) sobre los sólidos totales del sucedáneo de yogurt.

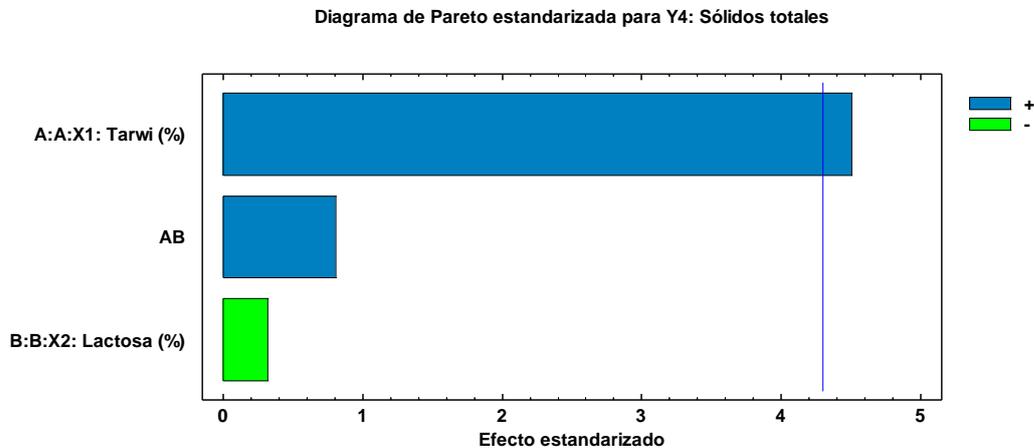


Figura 11. Análisis del diagrama de Pareto para la variación los sólidos totales
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la variabilidad de los sólidos totales (Tabla 13) según la prueba F (p valor = 0,0453) resultó significativa. Además, obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,9696 que es muy cercano a 1 permite afirmar que el modelo propuesto explica el comportamiento de la variación de los sólidos totales del sucedáneo de yogurt.

Tabla 13. Análisis de varianza para los sólidos totales

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	16,32	3	5,44	21,24	0,0453 significant
A-X1: Tarwi (%)	14,82	1	14,82	57,87	0,0168
B-X2: Lactosa (%)	0,8740	1	0,8740	3,41	0,2060
AB	0,6241	1	0,6241	2,44	0,2589
Residual	0,5123	2	0,2561		
Total	16,83	5			
R ²	0,9696	CV	2,84		

Fuente: elaboración propia (2018)

Asimismo, la Figura 12 de efectos principales, muestra como a mayor concentración del extracto de tarwi, mayor es el incremento de los sólidos totales alcanzados valores de hasta 20%.

Gráfica de Efectos Principales para Y4: Sólidos totales (%)

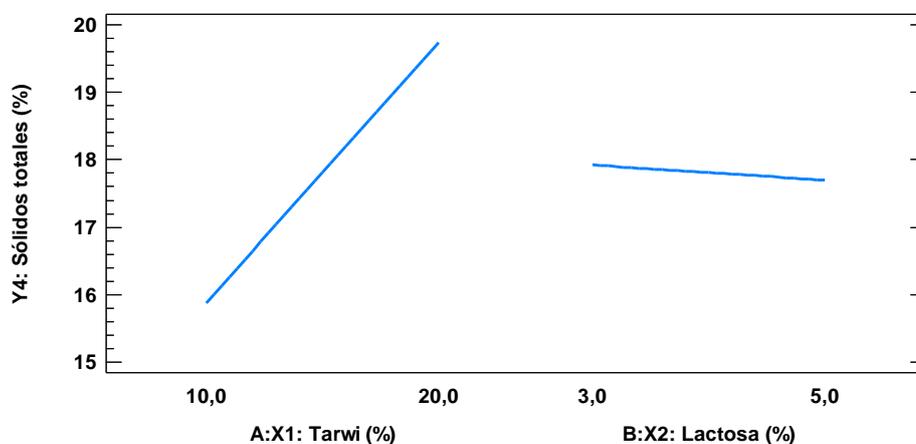


Figura 12. Efecto de los factores principales sobre la variación de los sólidos totales
Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 13 de superficie de respuesta construida con el modelo propuesto (Ecuación 4), se muestra la tendencia del incremento de los sólidos totales por efecto del incremento de los granos de tarwi en la elaboración del sucedáneo de yogurt. Mientras que la lactosa no tiene mayor influencia en la variabilidad.

$$\text{Sólidos totales (\%)} = 5,76 + 0,701 X1: \text{Tarwi (\%)} + 1,56667 X2: \text{Lactosa (\%)} - 0,079 X1: \text{Tarwi (\%)} * X2: \text{Lactosa (\%)} \dots \text{Ecuación 4}$$

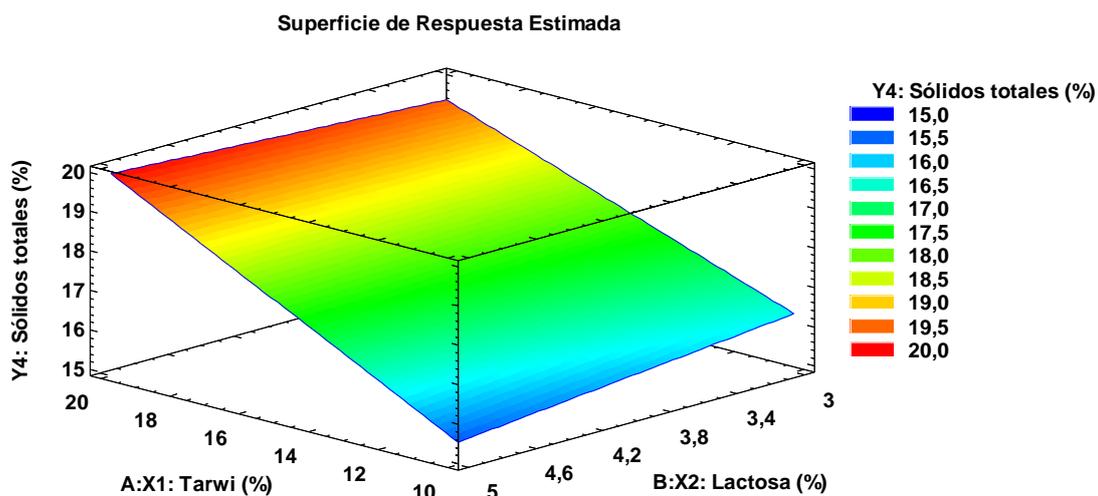


Figura 13. Superficie de respuesta para la variación de los sólidos totales
Fuente: elaboración propia (2018)

4.2 Análisis sensorial

Los resultados experimentales obtenidos en la elaboración del sucedáneo de yogurt evaluado a través de sus propiedades fisicoquímicas se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Resultados del análisis sensorial del sucedáneo de yogurt

Tratamiento	A:X1: Tarwi (%)	B:X2: Lactosa (%)	Y5: Color	Y6: Olor	Y7: Sabor	Y8: Aspecto
1	10	3	3,64	3,57	2,71	3,43
2	10	5	3,64	3,57	3,5	3,36
3	15	3	3,64	3,21	2,57	3,5
4	15	5	3,71	3,29	3,21	3,29
5	20	3	3,93	3,5	2,5	3,64
6	20	5	3,64	3,36	3,07	3,29

Fuente: elaboración propia (2018)

4.2.1 Evaluación de la aceptabilidad del color

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 14) puede observarse que los factores extracto de tarwi y lactosa no presentan relación no significativa (p valor $> 0,05$) con respecto a la aceptabilidad del color del sucedáneo de yogurt.

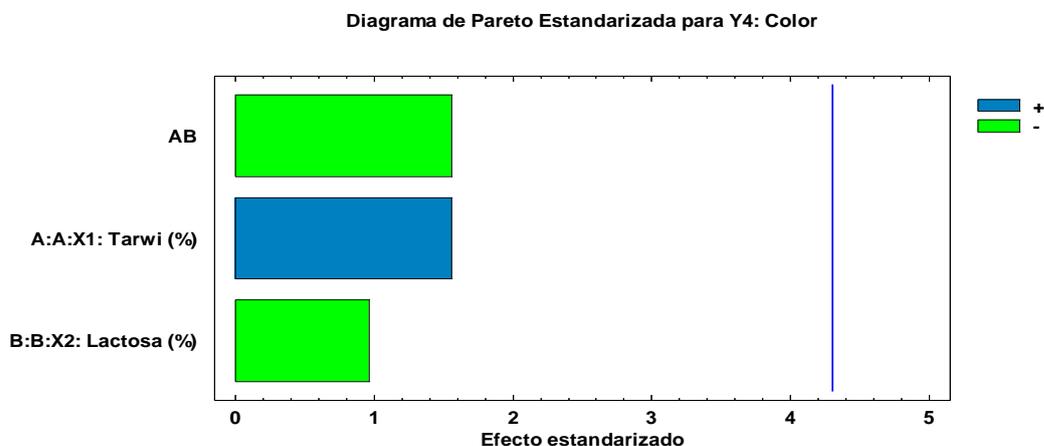


Figura 14. Diagrama de Pareto para la variación del color del sucedáneo de yogurt
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la variabilidad del color (Tabla 15) según la prueba F (p valor = 0,3588) resultó no significativa. Pero el valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,7436 valor cercano a 1; permiten afirmar que el modelo propuesto en base a las variables de proceso (X1 y X2) aún puede estimar el 74,36 % del comportamiento de la variación del color del sucedáneo de yogurt a escala de laboratorio.

Tabla 15. Análisis de varianza para la aceptabilidad del color

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	0,0501	3	0,0167	1,93	0,3588	No significativo
A-X1: Tarwi (%)	0,0210	1	0,0210	2,43	0,2592	
B-X2: Lactosa (%)	0,0081	1	0,0081	0,9335	0,4359	
AB	0,0210	1	0,0210	2,43	0,2592	
Residual	0,0173	2	0,0086			
Total	0,0674	5				
R^2	0,7436	CV	2,51 %			

Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 15 de efectos principales, se observa que tanto el extracto de tarwi y la lactosa no registran mayor variación de la acidez tal es así que con la mayor concentración de extracto de tarwi (20%) se alcanza valores del color de hasta 3,8; valor similar que lactosa a su mínima concentración (3 %).

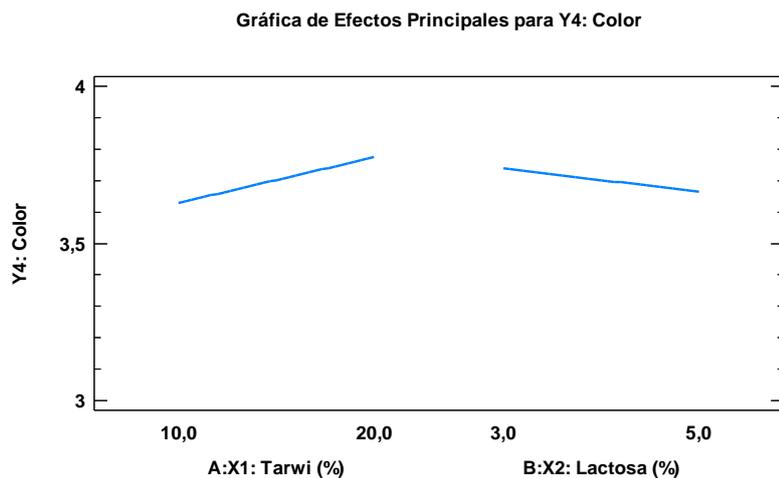


Figura 15. Efecto de los factores principales sobre la variación del color del sucedáneo de yogurt
Fuente: elaboración propia (2018)

La Figura 16 de superficie de respuesta muestra que la región de mayor aceptabilidad del color depende del incremento en la concentración de lactosa alcanzando un estimado de 3,9. Mientras que la tendencia de menores valores de aceptabilidad del color será a menor concentración de tarwi con valores promedio de 3,6.

$$Y5: \text{Color} = 2,75917 + 0,072500 X1: \text{Tarwi} (\%) + 0,180833 X2: \text{Lactosa} (\%) - 0,014500 X1: \text{Tarwi} (\%) * X2: \text{Lactosa} (\%) \dots \text{Ecuación 5}$$

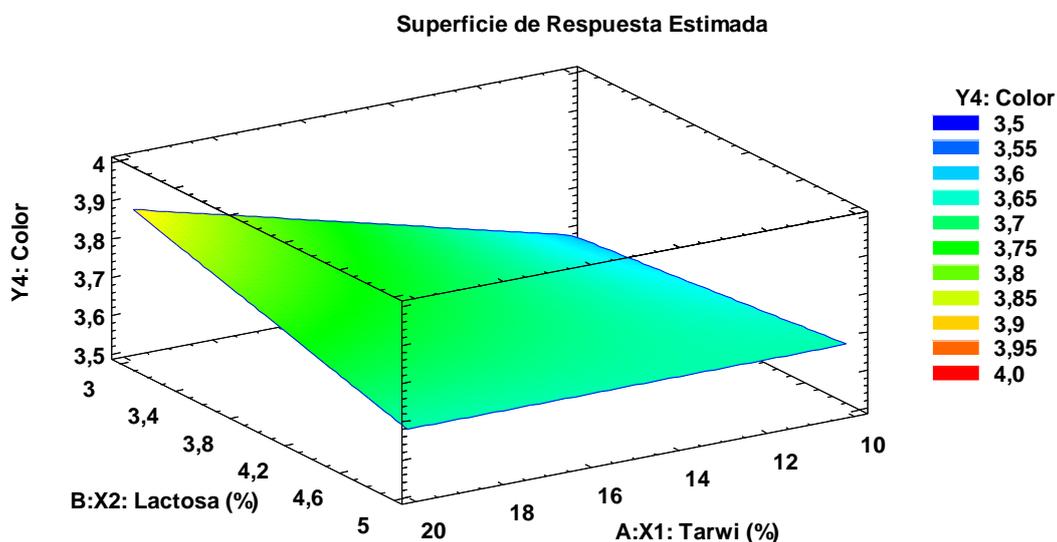


Figura 16. Superficie de respuesta para la variación del color del sucedáneo de yogurt
Fuente: elaboración propia (2018)

4.2.2 Evaluación de la aceptabilidad del olor

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 17) puede observarse que los factores extracto de tarwi y lactosa no presentan relación significativa (p valor $> 0,05$) con respecto a la aceptabilidad del olor del sucedáneo de yogurt.

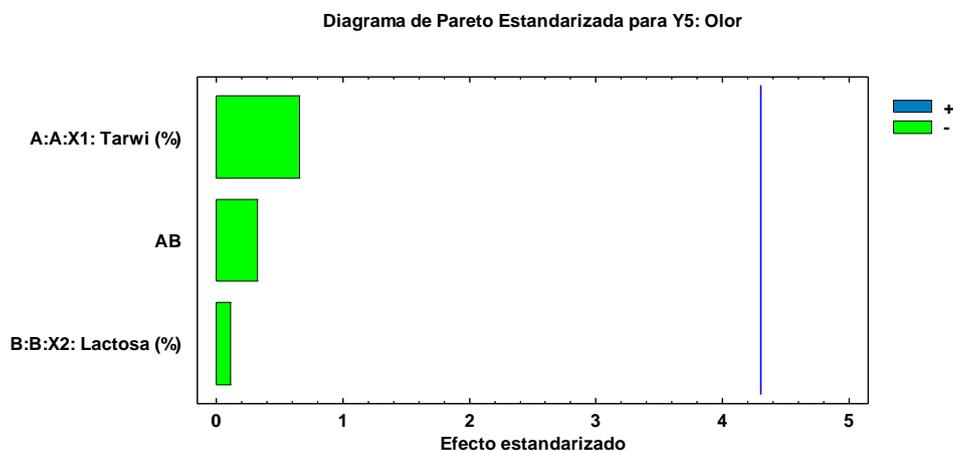


Figura 17. Diagrama de Pareto para la variación del olor del sucedáneo de yogurt
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la aceptabilidad del olor (Tabla 16) según la prueba F (p valor = 0,8893) resultó no significativa. Además, su coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,2165; está muy lejano de 1. Estos resultados permiten afirmar que el modelo propuesto no es estadísticamente significativo, es decir que las variables de proceso ($X1$ y $X2$) no explican necesariamente la variación del olor del sucedáneo de yogurt.

Tabla 16. Análisis de varianza para la aceptabilidad del olor

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	0,0251	3	0,0084	0,1842	0,8993	no significativo
A-X1: Tarwi (%)	0,0196	1	0,0196	0,4316	0,5787	
B-X2: Lactosa (%)	0,0006	1	0,0006	0,0132	0,9190	
AB	0,0049	1	0,0049	0,1079	0,7738	
Residual	0,0908	2	0,0454			
Total	0,1159	5				
R^2	0,2165	CV	6,24 %			

Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 18 de efectos principales, se observa las tendencias en la variación del olor tal es así que con la menor concentración de extracto de tarwi (10%) se alcanza mayores valores del olor de hasta 3,5.

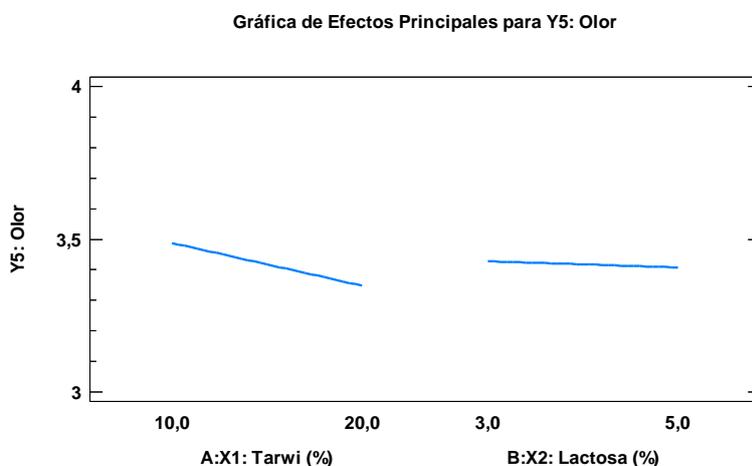


Figura 18. Efecto de los factores principales sobre la variación del olor del sucedáneo de yogurt

Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 19 de superficie de respuesta construida con el modelo propuesto (Ecuación 6); se muestra que la escasa variación de la aceptabilidad del olor con la aparente tendencia de que un incremento de la concentración de extracto de tarwi confiere una aceptabilidad del olor de 3,5 en la escala de 5 puntos. Mientras que la tendencia de menores valores de aceptabilidad del olor será a menor concentración de tarwi con un promedio de 3,3%.

$$Y6: \text{Olor} = 3,24667 + 0,014000 X1: \text{Tarwi (\%)} + 0,095000 X2: \text{Lactosa (\%)} - 0,007000 X1: \text{Tarwi (\%)} * X2: \text{Lactosa (\%)} \dots \text{Ecuación 6}$$

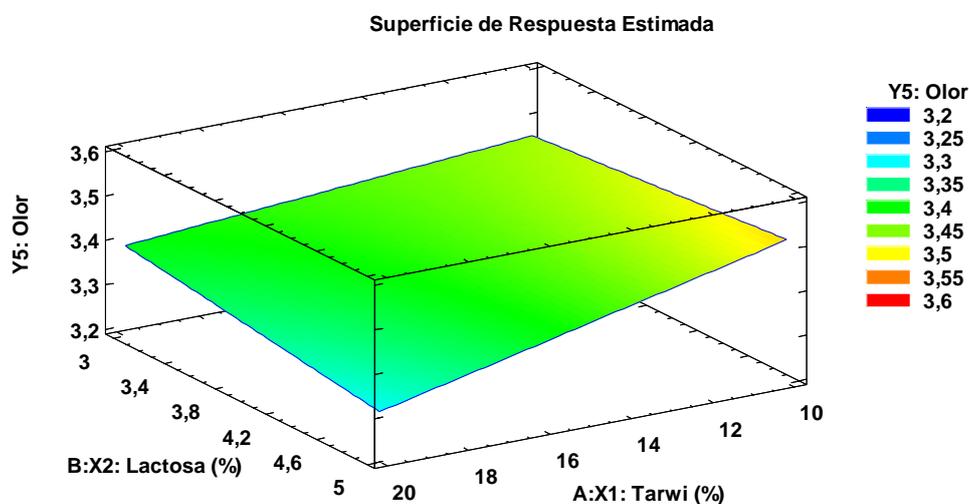


Figura 19. Superficie de respuesta para la variación del olor del sucedáneo de yogurt

Fuente: elaboración propia (2018)

4.2.3 Evaluación de la aceptabilidad del sabor

El Diagrama de Pareto (Figura 20) se observa que la concentración de lactosa presenta una relación lineal, directa mientras que la concentración de extracto de tarwi presenta una relación lineal, inversa y también significativa (p valor $< 0,05$) con respecto a la aceptabilidad del sabor del sucedáneo de yogurt.

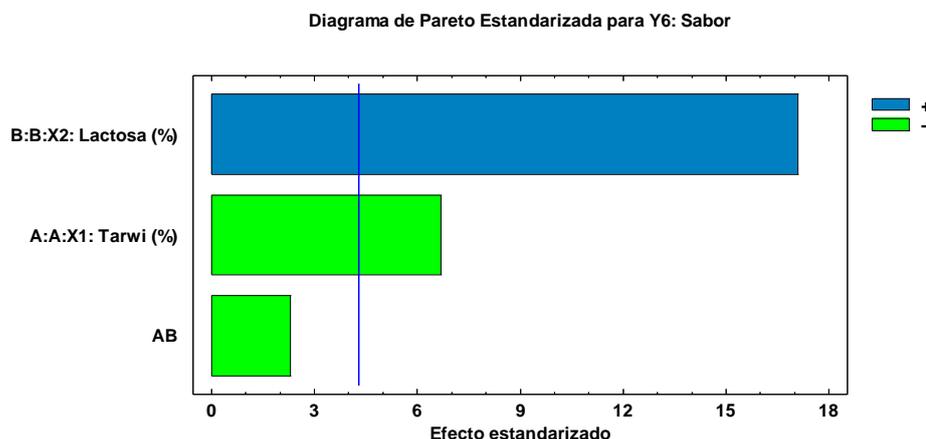


Figura 20. Análisis del diagrama de Pareto para la variación de la aceptabilidad del sabor del sucedáneo de yogurt
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza de la variabilidad de la aceptabilidad del sabor (Tabla 17) según la prueba F (p valor = 0,0087) resultó significativa y con un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,9942 valor muy cercano a 1; permiten afirmar que el modelo propuesto es estadísticamente significativo, y que las variables de proceso (X1 y X2) explican el comportamiento de la variación de la aceptabilidad del sabor del sucedáneo de yogurt a escala de laboratorio.

Tabla 17. Análisis de varianza para la aceptabilidad del sabor

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	0,7812	3	0,2604	114,04	0,0087	significativo
A-X1: Tarwi (%)	0,1024	1	0,1024	44,85	0,0216	
B-X2: Lactosa (%)	0,6667	1	0,6667	291,97	0,0034	
AB	0,0121	1	0,0121	5,30	0,1479	
Residual	0,0046	2	0,0023			
Total	0,7857	5				
R^2	0,9941	CV	1,63 %			

Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 21 de efectos principales, se muestra que la concentración de lactosa es quien provoca la mayor variación de la aceptabilidad, donde a mayor concentración (5 %) se alcanza valores de aceptabilidad del sabor de hasta 3,3.

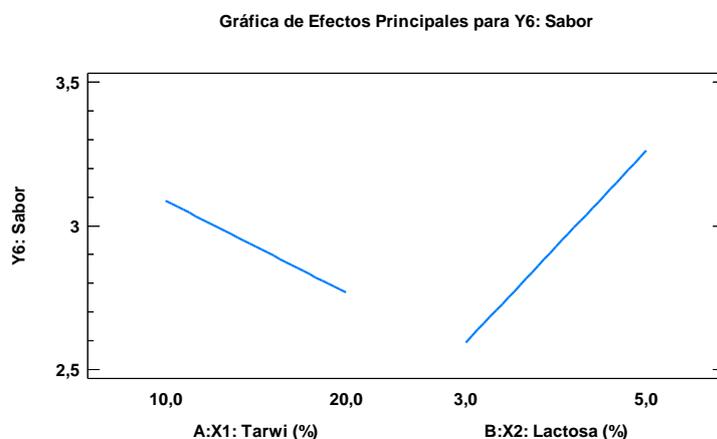


Figura 21. Efecto de los factores principales sobre la variación del sabor
Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 22 de superficie de respuesta construida con el modelo propuesto (Ecuación 7); muestra que la mayor aceptabilidad del sabor dependerá con un incremento de la concentración de extracto de tarwi y lactosa, alcanzando un estimado de 3,48. Mientras que la tendencia de una menor aceptabilidad del sabor se alcanzará a menor concentración de lactosa con valores promedio de 2,52.

$$Y7: \text{Sabor} = 1,41333 + 0,012000 X1: \text{Tarwi (\%)} + 0,498333 X2: \text{Lactosa (\%)} - 0,011000 X1: \text{Tarwi (\%)} * X2: \text{Lactosa (\%)} \dots \text{Ecuación 7}$$

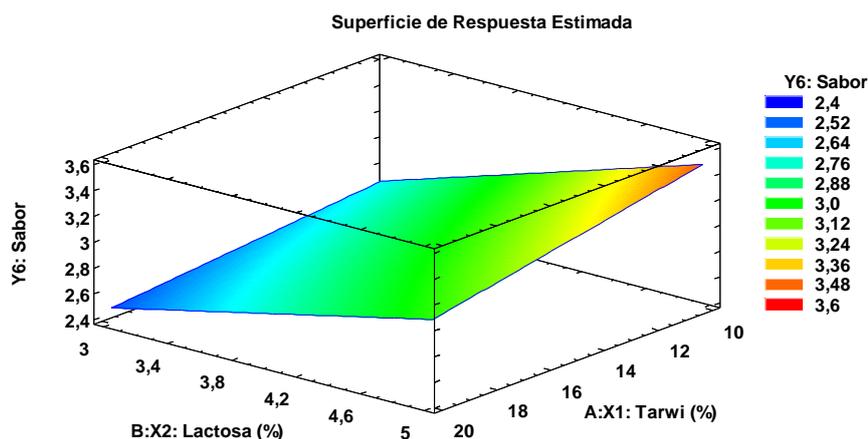


Figura 22. Superficie de respuesta para la variación del sabor
Fuente: elaboración propia (2018)

4.2.4 Evaluación de la aceptabilidad del aspecto

De acuerdo con el Diagrama de Pareto (Figura 23) puede observarse que la concentración de lactosa y su efecto combinado con el extracto de tarwi presenta una relación significativa (p valor $< 0,05$) con respecto a la aceptabilidad del aspecto del sucedáneo de yogurt.

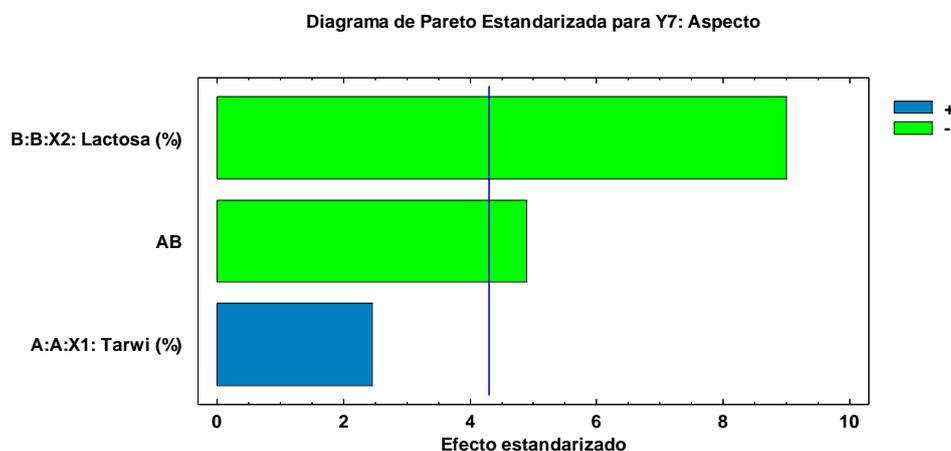


Figura 23. Análisis del diagrama de Pareto para la variación del aspecto
Fuente: elaboración propia (2018)

El análisis de varianza aplicado a la variabilidad del aspecto final (Tabla 18) de la prueba F (p valor = 0,0264) resultó significativa. Asimismo, obtuvo un coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 0,9823 valor muy cercano a 1; con estos resultados se afirma que el modelo propuesto es estadísticamente significativo y explica la variación del aspecto del sucedáneo de yogurt a escala de laboratorio.

Tabla 18. Análisis de varianza para la aceptabilidad del aspecto

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor	
Modelo	0,0907	3	0,0302	37,0	0,0264	significativo
A-X1: Tarwi (%)	0,0049	1	0,0049	6,0	0,1340	
B-X2: Lactosa (%)	0,0661	1	0,0661	81,0	0,0121	
AB	0,0196	1	0,0196	24,0	0,0392	
Residual	0,0016	2	0,0008			
Total	0,0923	5				
R^2	0,9823	CV	0,8360			

Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 24 de efectos principales, se observa que la concentración de lactosa es quien provoca mayor variación del aspecto tal es así que con la menor concentración de lactosa (3 %) se alcanza valores del aspecto de hasta 3,5.

Gráfica de Efectos Principales para Y7: Aspecto

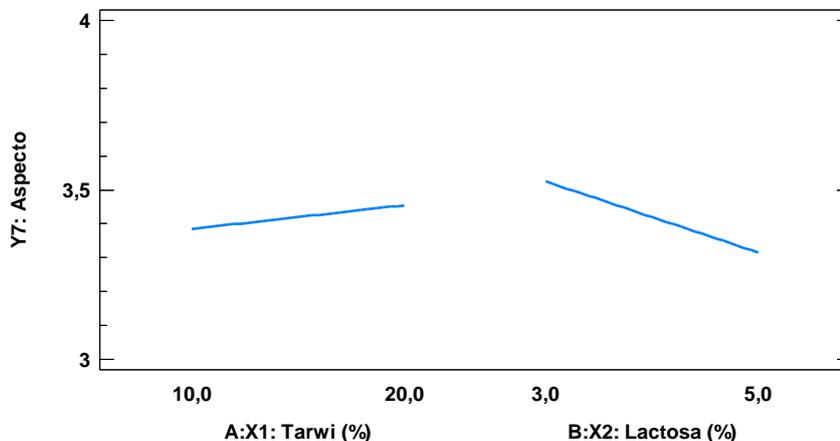


Figura 24. Efecto de los factores principales sobre la variación del aspecto
Fuente: elaboración propia (2018)

En la Figura 25 de superficie de respuesta; se muestra que la región de mayor aceptabilidad del aspecto del sucedáneo dependerá de que se disminuya la concentración de lactosa, lo que incrementará la aceptabilidad hasta un promedio de 3,6. Mientras que la tendencia de menores valores de aceptabilidad será con una mayor concentración de tarwi con menor lactosa, alcanzando valores de aceptabilidad promedio de 3,25.

$$Y8: \text{Aspecto} = 2,89333 + 0,063000 X1: \text{Tarwi (\%)} + 0,105000 X2: \text{Lactosa (\%)} - 0,014000 X1: \text{Tarwi (\%)} * X2: \text{Lactosa (\%)} \dots \text{Ecuación 8}$$

Superficie de Respuesta Estimada

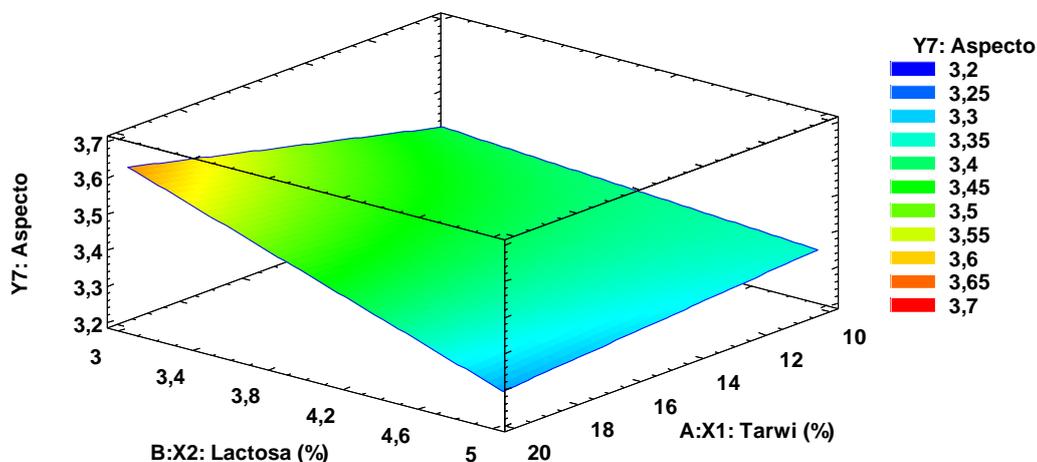


Figura 25. Superficie de respuesta para la variación del aspecto
Fuente: elaboración propia (2018)

4.2.5 Determinación del tratamiento óptimo

Para la optimización del proceso de elaboración del sucedáneo de yogurt a base de tarwi, se tomaron las siguientes restricciones:

- Variables de entrada: mantener en el rango de estudio a las variables independientes extracto de tarwi y lactosa.
- Variables respuestas: Buscar la combinación de color, olor, sabor, aspecto general óptima, pero manteniendo en rango a las características fisicoquímicas.

Considerando lo recomendado por los investigadores Granato y Ares (2014) como también Gutiérrez y De la Vara (2008), quienes sugieren considerar que se puede considerar como solución óptima a aquella combinación con valor de deseabilidad mayor a 0,7 de valor de deseabilidad (deserability).

Y aplicando la metodología de la función de optimización de múltiples respuestas mediante el software estadístico Statgraphics XVI en la Tabla 19 se muestran los resultados de la optimización que satisfacen los criterios establecidos.

Tabla 19. Solución óptima según función de deseabilidad (Deserability) para el sucedáneo de yogurt

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
A:X1: Tarwi (%)	10,0	20,0	17,5151
B:X2: Lactosa (%)	3,0	5,0	3,79274
<i>Respuesta</i>			<i>Óptimo</i>
Y4: Color			3,75163
Y5: Olor			3,38718
Y6: Sabor			2,78283
Y7: Aspecto general			3,465
Deseabilidad			0,8091
<i>Respuestas estimadas</i>			
Y1: Acidez (%)			0,183
Y2: pH			4,97
Y3: Viscosidad (cP)			591,75
Y4: Sólidos totales (%)			18,73

Fuente: elaboración propia (2018)

La Figura 26 muestra las curvas de nivel del efecto combinado de las variables porcentaje de grano de tarwi precocido y lactosa anhidra sobre la solución óptima (deseabilidad 0,81) del sucedáneo de yogurt donde la tendencia es que las mejores condiciones de elaboración serán a mayor concentración de tarwi y con concentración media de lactosa, según los rangos de estudio establecidos.

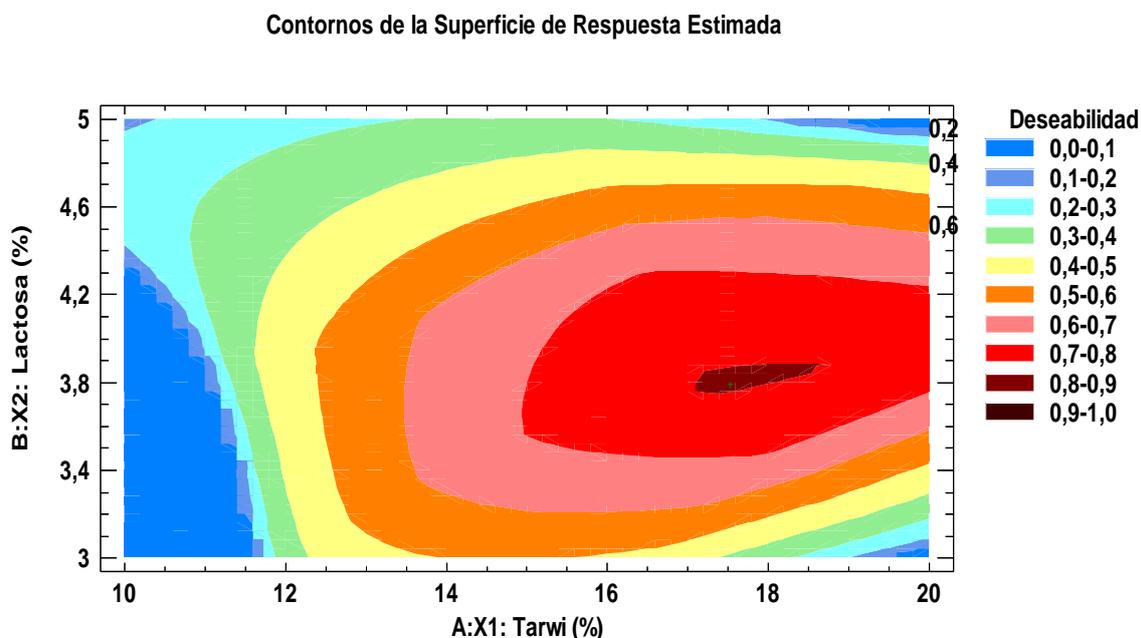


Figura 26. Curvas de nivel para las condiciones óptimas de tarwi y lactosa en la elaboración del sucedáneo de yogurt

Fuente: Elaboración propia (2018) con software statgraphics XVI

Y en la figura 27 se muestra el flujo de elaboración definitivo del sucedáneo de yogurt a base de extracto de tarwi pre cocido con adición de lactosa como sustrato fermentable, donde la característica a destacar es la calificación sensorial en la escala de 5 puntos destaca que en promedio esta entre 3 y 4, es decir entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta moderadamente” que con pH cercano a 5 califica como un producto de baja acidez según lo establecido por lo requisitos sanitario de MINSA/DIGESA 2007 (Anexo 2).

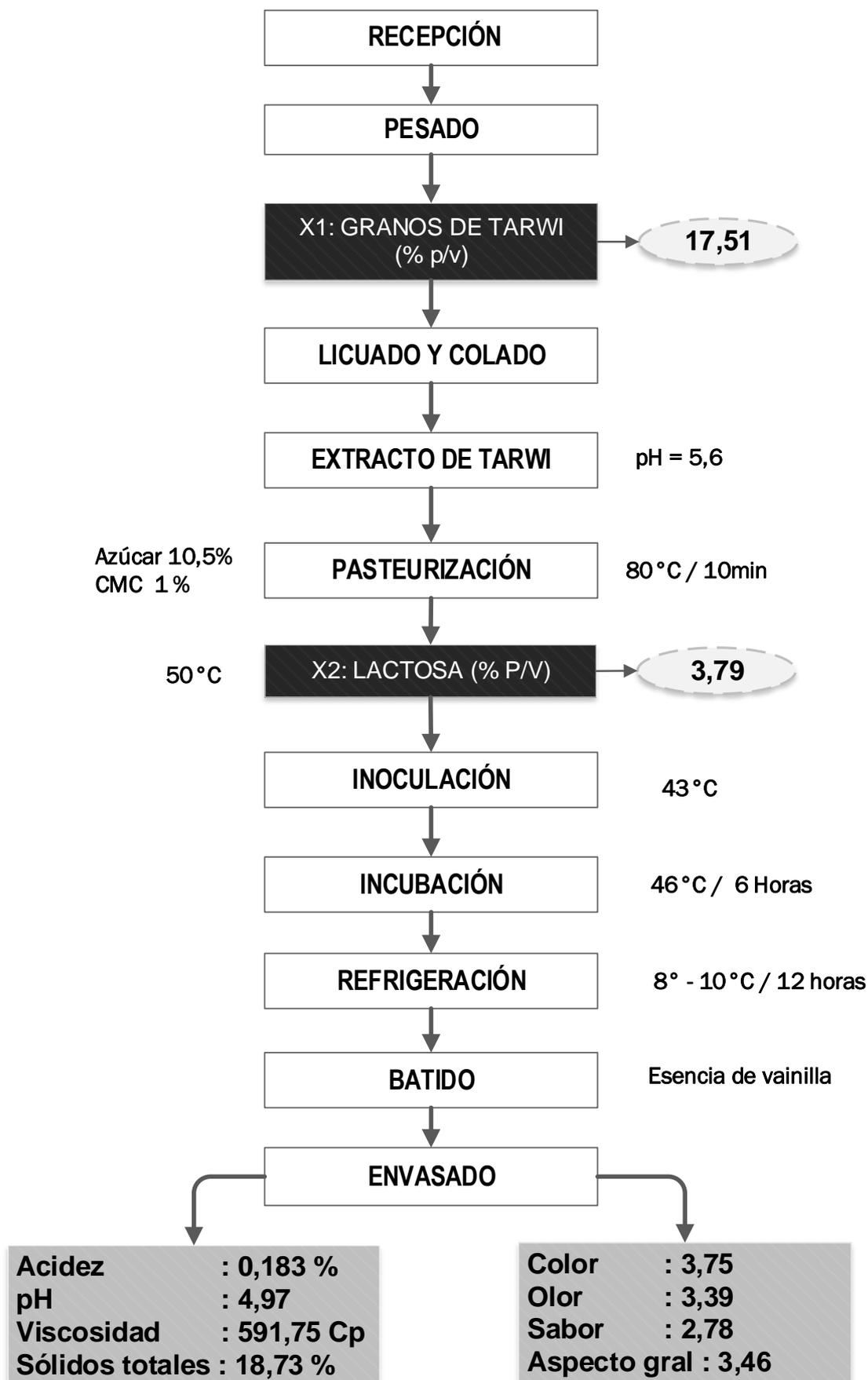


Figura 27. Flujo definitivo en la elaboración del sucedáneo de yogurt
Fuente: Elaboración propia (2018)

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Influencia sobre las características físico - químicas

En el sucedáneo de tarwi y lactosa, se determinó que un aumento de los granos de tarwi provocó un incremento de la acidez desde 0,1 % hasta 0,22 % y resultó ser un cambio significativo para un tiempo de fermentación de 6 horas, condiciones muy por debajo de lo reportado por Wang et al. (1994), cuyo trabajo consistió en fermentar la leche de soya. El porcentaje de acidez fue de 0,59 -0,60 % para la adición de cultivo al 1 % conformado por *L. acidophilus* y *S. thermophilus*, con un tiempo de fermentación de 20 h y porcentaje de sacarosa al 2 %; el presente trabajo reporta niveles más altos como son 0,697 % para un contenido de sacarosa al 9 % y cultivo probiótico al 3,5 % como mínimo y un tiempo de 12 horas de fermentación. En general el porcentaje de acidez es un parámetro que refleja las cualidades particulares de la bebida como es el sabor ácido y la sensación de frescura, sensación que para el caso del sucedáneo no se ha conseguido alcanzar muy probablemente porque el tiempo de 6 horas fue muy corto y por ello los bajos niveles de acidez alcanzados.

Colque (2016) determinó que en una bebida probiótica a base de tarwi, existe una disminución acelerada en el pH descendiendo desde 6,9 a 4,8 durante el proceso fermentativo. El comportamiento de pH de las muestras del sucedáneo fue similar, aunque no significativa. Cabe resaltar que en las muestras de 12% de concentración de sacarosa la descendencia de su pH es mayor pero no significativa en comparación con las 4 muestras. Según Vicente y otros (1997) el comportamiento de la disminución de su pH es normal ya que en la fermentación de levaduras en su actividad metabólica es la causante de intercambios de protones en medio y la cantidad de ácido o base consumo que se debe a la asimilación de nitrógeno. Además, durante la fermentación, las levaduras pueden producir alcohol y CO así como también se generan otros sub productos que pueden bajar el pH del medio de cultivo es por ello que se hace necesario controlar el pH para mitigar el efecto que se muestra.

Además, en la bebida de extracto de tarwi y lactosa en estudio, el aumento de lactosa incrementa el pH, pero no es significativo, rango de 4,8 a 5,16; es decir es una variación no muy grande que se puede interpretar que es causa del efecto tampón del medio biológico donde el extracto se comporta como un medio búfer que amortigua las variaciones razonables de acidez. Por otro lado, la disminución del pH está relacionada

con el incremento de la concentración de ácidos orgánicos la cual es el resultado del consumo de carbohidratos de fácil fermentación (Calderón y otros, 2005).

Asimismo, el aumento de granos de tarwi favorece la disminución de la viscosidad desde 1440 cP a 480 cP aunque no resulto significativo. Comportamiento contrario a lo indicado por Swan y Karalazos (1990) quienes afirman que los compuestos orgánicos no azúcares, tienen un profundo efecto sobre la viscosidad, pues los componentes de alto peso molecular pueden incrementarla considerablemente. Pero eso sucedería si los compuestos orgánicos se solubilizaran de tal manera que ese incremento sea evidente, mientras que, para caso del extracto de tarwi, sus compuestos orgánicos probablemente no fueron lo suficientemente solubles como para incrementar la viscosidad del sucedáneo sino por el contrario, aporta más fibra insoluble, que se evidencia cuando las muestras de sucedáneo permanecen en reposo y las partículas sin solubilizar sedimentan en el fondo del envase. Es por eso que la viscosidad del producto final de 592 cP medida a 25°C, es inferior a la viscosidad de la miel de abeja medida a 35°C que es de 858 cP según Navas y Arguello (2014); e inferior a la viscosidad de la leche de cabra fermentada (11277cP) o de vaca (19979 cP) medidas a 5°C según Rojas et al., (2014)

5.2 Influencia sobre las características sensoriales

La ausencia de influencia para el sucedáneo de yogurt sobre los atributos color (p valor = 0,0358) y olor (p valor = 0,889), dan a entender que una variación de tarwi y/o lactosa no provocaran mayores cambios perceptibles en los consumidores pues en la escala hedónica de 5 puntos, para el color apenas hubo variación de 3,5 a 4. Mientras que para el olor la variación en la aceptabilidad fue de 3,2 a 3,6.

Lehr (2009) a partir de pruebas hedónicas de escala de nueve puntos determinó que mientras menos extracto de soya y azúcar posee el producto, el olor de la bebida fermentada resultante es menos llamativo y su consistencia es menos sólida, por lo que no es del total agrado del consumidor. Comportamiento que para el presente estudio del sucedáneo de yogurt es similar pues a mayor concentración de tarwi disminuye la preferencia del olor, y esto se explica simplemente porque los consumidores han sido capaces de percibir el particular y ligero olor vegetal que desprende el extracto de tarwi, olor que se hace menos perceptible mientras más lactosa se añade es decir que se evidencia el aroma típico de las leches fermentadas que como lo afirman Ott et al., (2000), es por efecto del acetaldehído que es considerado como el compuesto más prominente para impartir un aroma típico en la leche fermentada, aunque no resulto

significativa la variación del olor sin embargo queda evidente dicha tendencia a que la aceptabilidad del olor del sucedáneo puede mejorar si es que se incrementa la fermentación mediante mayor tiempo de incubado.

Con respecto al sabor del sucedáneo de yogurt, el factor más influyente en la variación de su aceptabilidad resulto ser la lactosa (p valor= 0,0034), probablemente porque su metabolismo por parte del cultivo añadido, genero los ácidos y compuesto que caracterizan a una bebida fermentada, pues mientras mayor es la concentración de lactosa mayor es la aceptabilidad de la bebida, mientras que el extracto de tarwi tuvo un efecto significativo (p valor= 0,0216) inverso, es decir que los panelistas, no toleran la presencia del característico sabor afrijolado del tarwi. Robinson & Tamine (2006) indica que los sabores fuertes que se presentan en un yogurt concentrado se deben a las altas concentraciones de ácido láctico. Sabor acido que para el caso del sucedáneo no fue muy persistente pero que un incremento de la concentración de lactosa y mayor tiempo de incubación bien podría generar mayores sabores.

Estos resultados ofrecen una buena posibilidad de utilización de esta leguminosa a través de la elaboración de productos que son similares a otros ya presentes en el mercado comercial y sugiere realizar otras pruebas donde el porcentaje de tarwi aumente de tal forma que no afecte el proceso fermentativo del yogurt sino lo enriquezca en proteínas vegetales. Castañeda et al. (2008) determinó en una bebida probiótica elaborada en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet* donde los atributos sensoriales como aroma, sabor y aceptabilidad no presentaron diferencia estadística. Sin embargo, los promedios generales reportan una mayor preferencia por los panelistas para la proporción (80 % de leche en polvo + 20 % leche de tarwi).

5.3 Tratamiento óptimo

Los resultados sensoriales de la solución óptima del sucedáneo de yogurt a base de extracto de tarwi resultaron en el rango de 3 a 4 según escala hedónica de 5 puntos es decir también entre “ni me gusta ni me disgusta” a “me gusta moderadamente”, es decir que se puede afirmar que los consumidores responden de manera similar en la aceptabilidad sensorial de los análogos del yogurt, mientras que comportamientos similares obtuvo Ticona (2006) que en la elaboración de una bebida fermentada a partir del extracto hidrosoluble de soya para el cual se utilizó un cultivo de bacterias probióticas (Cultivo liofilizado LYOFAS SAB 4.40 A) determinó que los atributos sensoriales para la bebida fermentada de la soya están en el rango de 5 a 7, según la escala hedónica de 9 puntos es decir entre “ni me gusta ni me disgusta” a “me gusta algo”.

Mientras que, para el caso del sucedáneo de yogurt, el porcentaje óptimo granos de tarwi en agua para elaborar el extracto de esta leguminosa fue de 17,51 % con 10% de sacarosa que es mucho menor al 50% de dilución de tarwi en agua del estudio en comparación, Colque (2016) determinó que los parámetros de una bebida probiótica de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) empleando *Saccharomyces boulardii*. Dicho producto resultante presentó un potencial de una nueva bebida probiótica para un grupo de productos no lácteos, y además, los parámetros para la elaboración de bebida probiótica de tarwi será en relación de 1:2 de tarwi en agua (50%) con 6% de sacarosa y 4% de inóculo a 37°C. Probablemente la diferencia en que el óptimo sea con menos presencia de extracto de tarwi sea por el tipo de inóculo, pues mientras Colque utilizó *Saccharomyces boulardii* que tiene capacidad de fermentar sin lactosa y no solo generar acidez sino alcohol; para la presente investigación se utilizó *Streptococcus salivarius* sp *termophilus* cultivo que tiene la propiedad de resistir altas temperaturas, pero es homofermentativo es decir, genera básicamente ácido láctico más que otros compuestos volátiles generadores del sabor.

La bebida elaborada en este trabajo obtenida a partir del extracto acuoso de tarwi y la utilización de cultivos probióticos se puede clasificar como productos "fermentados" según la norma Codex, (2010) ya que no existe normas técnicas peruanas especificadas sobre bebidas probiótica y por ellos la referencia para su identificación es con base a normas internacionales.

CONCLUSIONES

1. La influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características físico - químicas del sucedáneo de yogurt fue significativa y explica la variación de la acidez (p valor $< 0,05$) del sucedáneo de yogurt, indicando que a mayor concentración de tarwi aumenta la acidez; pero no tuvieron influencia significativa sobre la variación del pH ni de su viscosidad (p valor $> 0,05$) indicando que a menor concentración de lactosa es menor el pH y cuando es menor la concentración de tarwi aumenta su viscosidad.
2. La influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características sensoriales del sucedáneo de yogurt fue significativa y explica la variación de la aceptabilidad del aspecto y sabor (p valor $< 0,05$) pero no fue significativa sobre la aceptabilidad de los atributos color y olor (p valor $> 0,05$). En general se categoriza al producto final como “me gusta moderadamente”.
3. Según la metodología de superficie de respuesta, las concentraciones óptimas para la elaboración del sucedáneo de yogurt saborizado es 17,51% de tarwi y 3,79 % de lactosa. Condiciones que resultan en un sucedáneo de yogurt con color 3,75; olor 3,387; sabor 2,78 y aspecto general 3,465. Con una acidez de 0,183 %; pH = 4,97 y viscosidad de 592 cP.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el uso de hidrocoloides como el CMC o pectina sobre las características fisicoquímicas como la viscosidad y la aceptabilidad de su consistencia del sucedáneo de yogurt fermentada de tarwi.
2. Realizar un estudio de la estimación de la vida útil de la bebida fermentada de tarwi en función de la disminución del contenido de bacterias probióticas viables con la adición de conservantes y estabilidad de sus características reológicas.
3. Evaluar el proceso fermentativo reconsiderando los tiempos de incubación y midiendo la acidez y características reológicas del sucedaneo de yogurt de tarwi.
4. Evaluar la adición de frutas a fin de mejorar el sabor, sin perjudicar la viabilidad de las bacterias probióticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo N & otros (2015) Bacteriocinas producidas por bacterias ácido-lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. Revista de la asociación Colombiana y Tecnología de Alimentos- Universidad Pontificia Bolivariana Medellin, Colombia.
- Alais Charles (2003). Ciencia De La Leche libro. Ed. Continental. C.V. México.
- Alais, Ch. (2003) Ciencia de la leche, principios de la técnica lechera. Ed. 4ta Sevilla – España
- Alvarado Y. (2010). Determinación de parámetros en la elaboración de un producto lácteo fermentado a base de leche de cabra (*Capra hircus*) y vaca (*Bos Taurus taurus*) con la adición de cultivo probiótico. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna – Perú.
- Álvarez, H.; Salamanca, G. (2007). Valoración metodológica para el estudio de mezclas ternarias en sistemas alimentarios. Alimentos Ciencia e Ingeniería 16 (1): 92-96.
- Badui Dergai, S. (2010) Química de los alimentos 4ta ed. México: Person Educación.
- Blanco P. (2015) Tesis de pregrado Caracterización de bacterias de *Streptococcus thermophilus* aisladas de leche cruda bovina, ovina y caprina. Universidad de la Republica Uruguay.
- Buono, M.A. (1988) An Engineering, microbiology and sensory study of yogurt from soy milk. Ph. D. Dissertation Kansas State University, Manhattan – EE. UU.
- Calderón A., J. O., A. Elias I. y M. Valdivie N. 2005. Dinámica de la Fermentación en Estado Sólido de las camas de Cascarilla de Café en Inicio de Ponedoras Inoculadas con Vitafert. Rev. Elect. Vet. 5:1-7
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche CANILEC (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. México, D.F. México
- Carrasco, R. (2011). *Andean indigenous food crops: nutritional value and bioactive compounds* Recuperado del sitio de internet de University of Turku, Departament of Biochemistry and Food Chemistry: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/74762/Repo-Carrasco-Valencia-Diss2011.pdf?sequence=1>
- Castañeda, B., Manrique, R., Gamarra, F., Muñoz, A., Ramos, F., & Lizaraso, F. (diciembre, 2008). Acta medica peruana. *Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi)*. Universidad San Martin de Porres. Lima, Perú.

- Chávez L. (2016). Influencia del extracto de soja (*Glycine max l*), cultivo probiótico y jarabe de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la aceptabilidad sensorial y tipo de fluido de una bebida fermentada y concentrada a base de leche. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.
- Codex Stan 243-2003 Norma del codex de leches fermentadas. 2da Ed.
- COI Consejo oleico internacional (2016). Recuperado de http://www.internationaloliveoil.org/glosario_terminos/index
- Collins David, Gibson Glenn. (1999) Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. American Journal of Clinica Nutrition69 1052S-7S.
- Dávila, J (1987). Lupino como alimento humano: Proteínas y aceites. Evento de información y difusión de resultados de investigación sobre el chocho y capacitación en nuevas técnicas de laboratorio. Ed. Conacyt Ambato – Ecuador.
- De la Vara, R. y J. Domínguez (2002). Métodos de superficie de multirrespuesta: un estudio comparativo. *Revista Matemática: Teoría y Aplicaciones* 9, 47-65.
- Diccionario real academia española. (2016) Leguminosa Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=N5YLLEI>.
- Eroski Consumer. (01-09-2015). Bebidas vegetales: sucedáneos milenarios. 13-12-2018, de Eroski Consumer Sitio web: <http://revista.consumer.es/web/es/20150901/pdf/alimentacion.pdf>
- FAO/WHO Experts' Report. 2001. *Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*.
- Farinango A. y Quizhpi J. (2015). *Preparación de un suplemento proteico elaborado a partir de Lupinus mutabilis "chocho" y su valoración bromatológica* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Goh, Y. J., Goin, C, O'Flaherty, S., Altermann, E., & Hutkins, R. (2011). Specialized adaptation of a lactic acid bacterium to the milk environment: the comparative genomics of *Streptococcus thermophilus* LMD-9. *Microb Cell Fact*, 70(Suppl 1), S22.
- Gomez A y Malcata F. (1999). *Bifidobacterium spp. And Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics*. Escola Superior de Biotecnología, Universidade Católica Portuguesa Rúa, Dr. Antonio Bernardino de Almeida, 4200 Porto, Portugal.
- Granato Daniel y Ares Gastón (2014). *Mathematical and statistical methods in food science and technology*. Edited by Wiley Blackwell. West Sussex, UK.

- Gross, R (1982) El cultivo y la utilización del tarwi. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal
- Gross, R., E. von Baer, F. Koch, R. Marquard, L. Trugo & M. Wink. (1988). *Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (Lupinus mutabilis cv. Inti) with low alkaloid content*. J. Food Comp. Anal. 1, 353- 361.
- Gutiérrez H. y De la Vara R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. 2da Ed. Mc Graw Hill. México.
- Hogarmania. (2018). Probióticos para cuidar la flora intestinal. 14-12-2018, de Aialanet S.L. Sitio web: <https://www.hogarmania.com/salud/salud-familiar/prevencion-cuidados/201610/probioticos-34109.html>
- Huapaya C. (2014). Elaboración de una bebida probiótica a partir de la fermentación láctica del almidón hidrolizado de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú
- Ingraham J. e Ingraham C. (1998). Introducción de la Microbiología Barcelona, Perú Editorial Reverte Volumen 2
- Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias (2001). Estación experimental santa catalina programa nacional de leguminosas (Boletín técnico 103) Quito, Ecuador, Caicedo V., & Peralta, E.
- Instituto Nacional de Salud (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. - 8ed. -- Ministerio de Salud. Lima, Perú.
- Irugoin, M. (2016) Determinación del valor nutritivo y nergetico del tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) para cuyes. Tesis previa a la obtención del título médico veterinario zootecnista. Trujillo – Perú p. 6
- Jacobsen E., y Mujica A. (2006) Revista Científica Botánica Económica de los Andes Centrale: El tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet.*) y sus parientes silvestres.
- Jiménez M. (2015). Superficies de Respuesta mediante un Diseño Central Compuesto. Instituto de Estadística Teórica y Aplicada. La Paz-Bolivia.
- Lara, A (2013) Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*). Tesis de Doctorado en Química. Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias Químicas. Riobamba – Ecuador.
- Lees, R (2001) Analisis de los alimentos 3da edición – España
- Lehr A. (2009). Desarrolló de una Formulación Tipo Yogurt Elaborado con Leche de Soya con Edulcorante Artificial y Diseño del Proceso De Fabricación. Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Lewis M. J., (1993). *Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado*, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España.

- Mákinen O.E, Wanhalinna V, Zannini E, Arcndt EK. Foods for Special Dictary Needs: Non-dairy Plant-bascd Milk Substitutos and Fermented Dairy-type Products. *Critical Rcvicws in Food Science and Nutrition*. 2016; 56(3):339-49.
- Mattila-Sandholm, T., Myllarinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fondén, R., & Saarela, M. (2002). Technological challenges for future probiotic *foodsInternationalDairy Journal*, 72(2), 173-182
- Mestres J. y Romero S. (2004) Productos lácteos tecnología. España: Barcelona
- Ministerio de salud (2017). Criterios técnicos para la denominación de alimentos como leche, productos lácteos y otros productos que contienen leche sujetos a Registro Sanitario.
- Ministerio de Salud e Instituto de Salud. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima. Perú.
- Montgomery D. (2004) Diseño y Análisis de Experimentos 2da Ed Limusa Wiley Universidad Estatal de Arizona. USA.
- Mora, D., et al. (2002). Genetic diversity and technological properties of *Streptococcus thermophilus* strains isolated from dairy products. *Journal of applied microbiology*, , vol. 93, no 2.
- Moreira, V. y López, A. (2006) Revista Española De Enfermedades Digestivas: Intolerancia a la lactosa. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid, España.
- Muller H.G., (1977). *Introducción a la Reología de los Alimentos*, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España.
- Navas O y Arguello P. (2014). Laboratorio de tecnología de alimentos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador
- Ninaquispe Zare, V. (2015) Tesis previo a la obtención para optar el grado de doctor Optimización del secado del tarwi (*Lupinus mutabilis*) por combinación de microondas y aire caliente. Trujillo - Perú
- Norma Técnica Ecuatoriana (2004) NTE INEN 2 390:2004 Ed 1 Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2390.2005.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana (2004) NTE INEN 2 390:2004 Ed 1 Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2390.2005.pdf>
- Ortega, E.; Rodríguez, A.; David, A.; Zamora, A. (2010). Rev. Acta Agronómica: Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia.
- Ott, A., Germond, J., and Chaintreau, (2000) A. Origin of Acetaldehyde during Milk Fermentation Using 13C-Labeled Precursors. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48 (5), p. 1512-1517.

- Pavan, M.; Todeschini, R. (2008). Total-Order Ranking Methods. In: Scientific Data Ranking Methods: Theory and Applications. Edited by Pavan, M.; Todeschini, R. Elsevier. The Netherlands.
- Penna F. (1998). *Diarrea y Probióticos. Simposio sobre Utilidad de los Probióticos en el manejo de las diarreas*. Revista de enfermedades infecciosas en pediatría. Vol. XI, número 6, p 182.
- Pinto Rodríguez, J. (2013) Yogures, leches fermentadas y pastas untadas: elaboración de leches de consumo y productos lácteos. España, Recuperado de: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecauptsp/detail.action?docID=11126464>.
- Quispe, D (2015) Composición nutricional de diez genotipos de lupino (*L.mutabilis* y *L. albus*) desamargado por proceso acuoso. Tesis para optar el grado de Magister en Tecnología de alimentos
- Ramírez, J. (2006). Fundamentos de Reología de Alimentos. Valle, Cali, Colombia: Revista ReCiTelA.
- Real academia española (2017) recuperado el 11 de abril: <http://dle.rae.es/?id=Yc2Vaa0>
- Rivas, F y Garro O (2006) Preparación de cultivos iniciadores Y Optimización del sustrato de crecimiento. Universidad Nacional del Noreste, Facultad de Agorindustrias
- Rivera L., y Soto G., (noviembre, 2015). Agroindustrial Science: Aceptabilidad y apoyo nutricional de la bebida de yogurt de tarwi (*Lupinus mutabilis* L.), piña (*Ananas comosus*) y cultivos lácteos, en niños con bajo peso para la talla en el AA.HH Fujimori Recuperado: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/503/494>
- Robinson, R K and Tamime, A Y. (2006). Types of fermented milks. Blackwell Publishing Science, UK, pp.1-4.
- Rodríguez V. y Simón E. (2008) Bases de la alimentación humana. Producción Editorial: Gesbiblo, S. L. La Coruña, España.
- Rojas N., Chacón A., Pineda M. (2014). Características del yogurt de diferentes proporciones agronomía. mesoamericano batido de fresa derivadas de leche de vaca y cabra. Universidad de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Romero del Castillo, R., Mestres Lagarriga, J. (2004). Productos Lácteos. Tecnología. Ediciones UPC: Univ. Politéc. de Catalunya, España.
- Sandoval Godoy, S. A., & Camarena Gómez, D. M. (2011). Comportamiento alimentario y perfil de consumo de los sonorenses: el caso de las comidas internacionales. Región y sociedad, 23(50), 185-213.
- Schiffin E. et al. (1997). *Immune modulation of blood leukocytes in humans by lactic acid bacteria: criteria for strain selection*. J Dairy Sci Aug, 66 (2): 515S-520S.

- Swan, H. y Karalazos, A. 1990. Las melazas y sus derivados. Revista Tecnología. Geplacea. No. 19. España. 78-82p.
- Szajewska Hania, Setty Mala, Mrukowicz Jacek, Guandalini Stefano. (2006). Probiotics in Gastrointestinal Diseases in Children: hard and Not - So - Hard evidence of Efficacy. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 42:454Y475.
- Tapia, M. (2015) El tarwi, lupino andino ´Cuzco – Perú.
- Ticona G. (2006). Evaluación de parámetros tecnológicos en la elaboración de una bebida fermentada a partir de la leche de soya (*Glycine max*). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
- Vernazza CL, Gibson GR. (2006). Rastall RA. Carbohydrate preference, acid tolerance and bile tolerance in five strains of Bifidobacterium. J Appi Microbiol. 100: 846-53.
- Vicente y otros (1997). On Line estimation of biomass through pH control analysis in aerobic yeast fermentation systems ;biotechnology and bioengineering vol.58 N° 4 p 445-450.
- Villacrés et al. (2006) Usos alternativos del chocho. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP Boletín Divulgativo N° 333 Departamento de Nutrición y Calidad de los Alimentos. Ecuador.
- Wittig E. (2001) "*Evaluación Sensorial Una metodología actual para tecnología de alimentos*". Universidad de Chile. Chile.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Formulación del problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento de medición
¿Cuál será la formulación para obtener un sucedáneo de yogurt a partir de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) y lactosa?	Evaluar un sucedáneo de yogurt a base de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) y lactosa.		V. Independiente	Tarwi	X1: Concentración de tarwi (%)	Balanza
			Tarwi y lactosa	Lactosa	X2: Concentración de lactosa (%)	Balanza
Formulación del problema específico	Objetivos específicos				Y1: Acidez (%)	Equipo gravimétrico
¿Cuál será la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características fisicoquímicas del sucedáneo de yogurt?	Determinar la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características fisicoquímicas del sucedáneo de yogurt.	Las concentraciones de tarwi (<i>Lupinus Mutabilis</i>) y la lactosa influirán sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del sucedáneo de yogurt.	V. Dependiente	Características fisicoquímicas	Y2: pH	Potenciómetro
			Sucedáneo de yogurt		Y3: Viscosidad (cP)	Viscosímetro brookfield
¿Cuál será la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características sensoriales del sucedáneo de yogurt?	Determinar la influencia de las concentraciones de tarwi y lactosa sobre las características sensoriales del sucedáneo de yogurt.			Características sensoriales:	Y4: Color	Escala hedónica 5 puntos
¿Cuál serán la concentración óptima de tarwi y lactosa en la elaboración del sucedáneo de yogurt?	Determinar las concentraciones óptimas de tarwi y lactosa del sucedáneo de yogurt.				Y5: Olor	
					Y5: Sabor	
					Y6: Aspecto	

Fuente: Elaboración propia (2019)

Anexo 2. Norma sanitaria para alimentos envasados según su acidez

NTS N° -Minsa/DIGESA-V.01
NORMA SANITARIA APLICABLE A LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS ENVASADOS DE BAJA ACIDEZ Y ACIDIFICADOS
DESTINADOS A CONSUMO HUMANO

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
ALIMENTO ENVASADO DE BAJA ACIDEZ	Alimento envasado de consumo directo con un pH final en equilibrio mayor de 4.6 y actividad de agua (Aw) mayor de 0.85
ALIMENTO ENVASADO ACIDIFICADO	Alimento envasado de baja acidez al que se ha añadido ácidos autorizados para reducir su pH, o alimentos ácidos hasta alcanzar pH final de equilibrio de 4.6 o menor. La actividad de agua (Aw) es mayor de 0.85

Anexo 3. Prueba de aceptabilidad

PRUEBA HEDÓNICA

Nombre: Fecha:

Instrucciones

Frente a usted a usted hay una muestra de sucedáneo de yogurt natural, pruebe y marque con una X sobre el recuadro que mejor refleja su preferencia.

Atributo: _____

		Tratamientos					
Puntaje	Nivel de agrado	514	662	747	504	491	450
5	Me gusta mucho						
4	Me gusta moderadamente						
3	No me gusta ni me disgusta						
2	Me disgusta moderadamente						
1	Me disgusta mucho						

Fuente: Castañeda (2008)

Comentarios:

.....

Muchas Gracias

Anexo 4. Imágenes del proceso de elaboración del sucedáneo de yogurt saborizado

a) Pesado de tarwi y de azúcar



b) Pesado de Lactosa y de CMC



c) Licuado y colado de los granos de tarwi



d) Tratamientos según concentraciones de tarwi



e) Pasteurización y adición de azúcar y CMC



f) Colado y adición de lactosa



g) Adición de cultivo a los diferentes tratamientos con repeticiones



h) Acondicionamiento de la estufa a 46°C



i) Análisis fisicoquímico de los tratamientos

Anexo 5. Criterio técnico de denominación para bebidas no lácteas



PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General de
Salud Ambiental e
Inocuidad Alimentaria

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ANEXO ÚNICO

**CRITERIOS TÉCNICOS APLICABLES PARA FIJAR LA DENOMINACIÓN DE
LOS ALIMENTOS COMO LECHE, PRODUCTOS LÁCTEOS Y OTROS
PRODUCTOS QUE CONTIENEN LECHE O PRODUCTOS LÁCTEOS, SUJETOS
A REGISTRO SANITARIO DE ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO**

N°	CRITERIO TÉCNICO PROCEDIMENTAL
1	Cuando el Codex Alimentarius contemple normas específicas por productos como leche, productos lácteos entre otros, la denominación debe sujetarse a dichas normas , en concordancia como lo establece el Decreto Supremo N° 007-98-SA.
2	Las denominaciones de los productos que no se encuentren comprendidos en normas específicas del Codex Alimentarius deben sujetarse a la Norma General para el Uso de Términos Lecheros (Codex Stan 206-1999).
3	Para aquellos productos que no se encuentran en las normas específicas del Codex ni en la Norma General para el Uso de Términos Lecheros, donde la leche o producto lácteo sea una parte esencial para la caracterización del producto en términos cuantitativos (superior al 60%) en el producto final (preenvasado) y contenga en su composición otros constituyentes no lácteos destinados a sustituir parcialmente a cualquiera de los constituyentes de la leche, se clasificarán como "mezclas lácteas compuestas" .
4	Aquellos productos que contengan 60 % o menos de leche o producto lácteo en su composición final, no podrán utilizar el término "lácteo" en su denominación .



www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
T (511) 631-4430

Anexo 6. Ficha técnica del cultivo probiótico



Lyofast SAB 440 A

Technical sheet



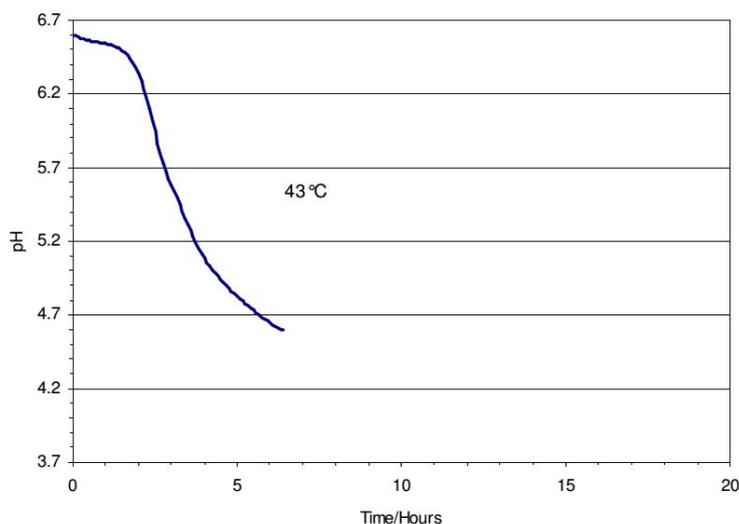
Description **Lyofast SAB 440 A** consists of specifically selected strains of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* to ensure a uniform and controlled production of very mild fermented milk products. *Streptococcus thermophilus* produces EPS.

General information Please see the general information sheet accessible on www.saccosrl.it about explanatory remarks to the items mentioned. Furthermore, you will find information about specifications, GMO, allergens, package data, storage, shelf life, safety information, Kosher and ISO certificates, and service.

Application The following may be used as inoculation guidelines:

Product examples	Inoculation level UC/100 l
Fermented milk	1-5

Acidification information **Acidification profile**
Inoculation level corresponding to 1 UC per 100 litres milk.



Standard activity
Expressed as temperature/time/pH relations: 43°C/3.5 hours/pH 5.2 ± 0.15.

Activity information

Item	Information
Culture name	Lyofast SAB 440 A
Optimal temperature for growth	37-45°C
Scalding temperature	Max. 53°C
Acidification capability	pH 4.3
Acid tolerance	++
Bile tolerance	++
Adherence test	++
Post-acidification	Delta pH 0.2
Texture formation	5 ± 1 sec/g

Standard package size

Lyofast SAB 440 A is available in 10 and 50 UC.

This information is to our knowledge trustworthy and presented in good faith. No guarantee against patent infringement is implied or inferred.

Anexo 7. Análisis de la correlación fisicoquímica y sensorial

Correlaciones

		Y1: Acidez (%)	Y2: pH	Y3: Viscosidad (cP)	Y4: Sólidos totales (%)	Y4: Color	Y5: Olor	Y6: Sabor	Y7: Aspecto
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación	1,000	-,058	-,943**	,886*	,439	-,464	-,371	-,145
	Y1: Acidez (%) Sig. (bilateral)		,913	,005	,019	,383	,354	,468	,784
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
	Coeficiente de correlación	-,058	1,000	-,232	,319	,412	,176	,493	-,191
	Y2: pH Sig. (bilateral)	,913		,658	,538	,417	,738	,321	,717
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
	Coeficiente de correlación	-,943**	-,232	1,000	-,943**	-,439	,464	,200	,203
	Y3: Viscosidad (cP) Sig. (bilateral)	,005	,658		,005	,383	,354	,704	,700
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
	Coeficiente de correlación	,886*	,319	-,943**	1,000	,676	-,406	-,371	,058
	Y4: Sólidos totales (%) Sig. (bilateral)	,019	,538	,005		,140	,425	,468	,913
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
	Coeficiente de correlación	,439	,412	-,439	,676	1,000	-,137	-,338	,257
	Y4: Color Sig. (bilateral)	,383	,417	,383	,140		,795	,512	,623
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
	Coeficiente de correlación	-,464	,176	,464	-,406	-,137	1,000	,232	,088
	Y5: Olor Sig. (bilateral)	,354	,738	,354	,425	,795		,658	,868
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
	Coeficiente de correlación	-,371	,493	,200	-,371	-,338	,232	1,000	-,812*
	Y6: Sabor Sig. (bilateral)	,468	,321	,704	,468	,512	,658		,050
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
Coeficiente de correlación	-,145	-,191	,203	,058	,257	,088	-,812*	1,000	
Y7: Aspecto Sig. (bilateral)	,784	,717	,700	,913	,623	,868	,050		
N	6	6	6	6	6	6	6	6	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Anexo 8. Determinación de acidez titulable

Norma Técnica Ecuatoriana	LECHE. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE	INEN 13 Primera Revisión
Ecuatoriano de Normalización, INEN – Castilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro – Quíto-Ecuador – Prohibida la reproducción	<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar la acidez titulable de la leche.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los siguientes tipos de leche:</p> <p>a) Leche fresca.</p> <p>b) Leche homogenizada (pasteurizada o esterilizada).</p> <p>c) Leche descremada o semidescremada.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Acidez titulable de la leche. Es la acidez de la leche, expresada convencionalmente como contenido de ácido láctico, y determinada mediante procedimientos normalizados.</p> <p>3.2 Otros términos relacionados con esta norma se definen en la Norma INEN 3.</p> <p style="text-align: center;">4. RESUMEN</p> <p>4.1 Se titula la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenoltaleína como indicador.</p> <p style="text-align: center;">5. INSTRUMENTAL</p> <p>5.1 Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg.</p> <p>5.2 Matraz Erlenmeyer de 100 cm³.</p> <p>5.3 Matraz aforado de 500 cm³.</p> <p>5.4 Bureta de 25 cm³, con divisiones de 0,05 cm³ o de 0,1 cm³.</p> <p>5.5 Estufa, con regulador de temperatura, ajustada a 103° ± 2°C.</p> <p>5.6 Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado</p>	