

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

“ENSAYOS PARA LA FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE
UNA SALSA PROBIÓTICA (TIPO MAYONESA) A
PARTIR DEL YOGURT”

TESIS

Presentada:

Bach. Deisy Justina Luiz Murillo

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**“ENSAYOS PARA LA FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE
UNA SALSA PROBIÓTICA (TIPO MAYONESA) A
PARTIR DEL YOGURT”**

Tesis sustentada y aprobada el viernes 4 de agosto del 2015; siendo el jurado calificador:

Presidente : 
Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

Secretario : 
MSc. SAMUEL ROMÁN CERRO RUÍZ

Vocal : 
MSc. ROLANDO CÉSPEDES ROSSEL

Asesor : 
Mgr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

DEDICATORIA

A mis padres Lucila y Juan por su infinito amor y apoyo incondicional que siempre me demostraron.

A mi hermana Runieth Karina por ser el pilar de apoyo y fortaleza.

Y muy especialmente a mi querido hijo Juan, que es el tesoro más grande que Dios me regaló.

AGRADECIMIENTO

Con gratitud:

A mi familia, por su comprensión y paciencia.

A mi asesor, Mgr. Luis A. Marín Aliaga, por sus valiosas enseñanzas y consejos para la realización del presente trabajo.

A mis co-asesores: Mgr. César Julio Cáceda Quiroz por su invaluable apoyo y colaboración, mi eterno agradecimiento; y al Mgr. Julio Isique Calderón por su valiosa orientación, durante la realización del presente trabajo.

A los docentes de la Escuela Académico profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias por sus enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Delimitación de la investigación	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Limitaciones	5
1.6 Objetivos	5
1.6.1 Objetivo general.....	5
1.6.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1 Conceptos generales y definiciones.....	7
2.1.1 La leche	7
2.1.2 Leche en polvo descremada.....	8
2.1.3 Alimentos funcionales	9

2.1.4	Clasificación de los alimentos funcionales	10
2.1.5	Probióticos	11
2.1.6	Prebióticos	14
2.1.7	Leches fermentadas	15
2.1.8	Variedades de leches fermentadas.....	15
2.1.9	Clasificación de las leches fermentadas en función de su flora microbiana	16
2.1.10	El yogurt.....	17
2.1.11	Yogurt probiótico.....	19
2.1.12	Valor nutritivo del yogurt	21
2.1.13	Salsas	21
2.1.14	Mayonesa	23
2.1.15	Viscosidad.....	23
2.1.16	Fluidos no newtonianos	23
2.2	Enfoques teóricos – técnicos.....	25
2.2.1	Fundamentos del proceso de elaboración del yogurt	25
2.2.2	Características de la fermentación del yogurt.....	29
2.2.3	Preparación de salsas	30
2.2.4	Estabilidad de las salsas.....	30
2.2.5	Microbiología de salsas y leches fermentadas.....	31

2.2.6	Insumos y aditivos utilizados para la elaboración de salsa probiótica	33
2.2.7	Factores que influyen en la elaboración de la salsa probiótica	36
2.3	Marco referencial.....	38
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....		39
3.1	Hipótesis general y específicas.....	39
3.1.1	Hipótesis general	39
3.1.2	Hipótesis específicas	39
3.2	Diagrama de variables	40
3.2.1	Variable independiente: parámetros en la formulación	40
3.2.2	Variable dependiente: calidad de la salsa.....	40
3.3	Indicadores de las variables.....	41
3.4	Operacionalización de variables.....	42
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		43
4.1	Tipo y diseño de la investigación.....	43
4.2	Población y muestra.....	43
4.3	Materiales y métodos	44
4.3.1	Materiales	44
4.3.2	Métodos	48
4.3.3	Diseño procedimental	50

4.3.4	Procedimiento de la investigación.....	53
4.3.5	Recolección de datos.....	55
4.3.6	Análisis de datos.....	55
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES		57
5.1	Composición química proximal de la leche en polvo.....	57
5.2	Efecto en la viscosidad, acidez total, pH y recuento bacteriano..	58
5.2.1	Efecto en la viscosidad	60
5.2.3	Efecto en el pH	65
5.2.4	Efecto en la cantidad de bacterias probióticas, expresado en log (ufc/g)	68
5.3	Efecto en la aceptabilidad sensorial (sabor, olor y consistencia)	72
5.3.1	Efecto en el atributo sabor	74
5.3.2	Efecto en el atributo olor	75
5.3.3	Efecto en el atributo consistencia	77
5.4	Optimización de los atributos sensoriales	78
5.5	Estudio comparativo de los tratamientos optimizados.....	80
5.5.1	Evaluación sensorial de los tratamientos optimizados	81
5.6	Producto terminado: salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt	¡Error! Marcador no definido.
5.6.1	Análisis proximal de la salsa probiótica y comparación con mayonesa comercial	86

5.6.2	Flujo definitivo de elaboración de la salsa probiótica	90
5.7	Análisis en almacenamiento de la salsa probiótica	92
5.7.1	Análisis del ácido láctico y pH.....	92
5.7.2	Análisis de bacterias probióticas en el almacenamiento	92
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES.....	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	98
	ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Aspectos beneficiosos de los componentes de algunos alimentos.....	12
Tabla 2. Clasificación de yogurt por el método de elaboración.....	18
Tabla 3. Relación de algunos tipos de yogures dietéticos/ terapéuticos fabricados con fines medicinales.....	20
Tabla 4. Cifras típicas de concentración de algunos compuestos mayoritarios de la leche y el yogurt.....	21
Tabla 5. Operacionalización de variables.	42

ÍNDICE DE CUADRO

Página

Cuadro 1. Niveles de los componentes de la variable independiente estudiada en la elaboración de la salsa probiótica.....	54
Cuadro 2. Delineamiento experimental Draper-Lin utilizado en la determinación de la formulación óptima de la salsa probiótica a partir de yogurt.....	54
Cuadro 3. Resultados obtenidos del análisis químico proximal de la leche en polvo descremada y de la leche reconstituida	57
Cuadro 4. Tratamientos según diseño experimental Draper- Lin y resultados experimentales fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en la elaboración de la salsa probiótica.....	59
Cuadro 5. Optimización numérica de los factores en estudio para el proceso elaboración de la salsa probiótica a partir de yogurt	71
Cuadro 6. Resultados del análisis sensorial de la salsa probiótica según Diseño Draper- Lin	73
Cuadro 7. Optimización numérica de los factores en estudio para el proceso elaboración de la salsa probiótica a partir de yogurt	79
Cuadro 8. Comparación fisicoquímico microbiológico y sensorial de las muestras de mejores condiciones.....	81

Cuadro 9. Muestras seleccionadas para evaluación definitiva en la formulación de la salsa probiótica	82
Cuadro 10. Evaluación sensorial de muestras: seleccionadas y comercial.....	83
Cuadro 11. Resultado del análisis sensorial para los diferentes atributos en la determinación del tratamiento de mejores condiciones..	84
Cuadro 12. Composición físico-química de la salsa probiótica y mayonesa comercial	86
Cuadro 13. Determinaciones microbiológicas del producto final de mejores condiciones	87
Cuadro 14. Viscosidad aparente y velocidad de deformación del tratamiento de mejores condiciones.....	89
Cuadro 15. Propiedades reológicas de la salsa probiótica de mejores condiciones a 13,5°C	90
Cuadro 16. Resultados de ácido láctico y pH en el almacenamiento de salsa Probiótica.....	92
Cuadro 17. Resultados del almacenamiento de la salsa probiótica	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Clasificación de los fluidos de acuerdo a su viscosidad.....	24
Figura 2. Viscosímetro rotacional.....	24
Figura 3. Flujo general de la elaboración de yogurt batido	28
Figura 4. Espina de Ishikawa para la variable independiente y dependiente en estudio.....	41
Figura 5. Principales etapas y controles realizados durante el desarrollo del diseño experimental	52
Figura 6. Tendencia de los efectos principales para la viscosidad	60
Figura 7. Curvas de nivel mostrando el efecto de los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la viscosidad, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre	62
Figura 8. Tendencia de los efectos principales para la acidez.....	63
Figura 9. Curvas de nivel mostrando el efecto los sólidos totales y la concentración de aceite, sobre la variabilidad de la acidez, a nivel fijo de 1,5% de cultivo probiótico y 0,3 % de vinagre	64
Figura 10. Tendencia de los efectos principales para el pH.....	66

Figura 11. Curvas de nivel mostrando el efecto de los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la variabilidad del pH, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre	67
Figura 12. Tendencia de los efectos principales para la cantidad de bacterias probióticas	68
Figura 13. Curvas de nivel mostrando el efecto sólidos totales y cultivo probiótico sobre la cantidad final de bacterias probióticas, a nivel fijo de concentración de aceite 2,5% y de vinagre 0,3 %.	70
Figura 14. Curvas de nivel para la optimización fisicoquímica - microbiológica de la salsa probiótica a partir de yogurt.....	72
Figura 15. Curvas de nivel mostrando el efecto de los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la variabilidad del sabor, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre	75
Figura 16. Curvas de nivel mostrando el efecto los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la variabilidad del olor, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3% de vinagre	76
Figura 17. Curvas de nivel mostrando el efecto los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la consistencia, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre	78

Figura 18. Curvas de nivel para la optimización de los atributos sensoriales de la salsa probiótica a partir de yogurt	80
Figura 19. Evaluación sensorial con panelistas semi entrenados para la determinación del tratamiento de mejores condiciones	82
Figura 20. Nivel de dispersión de la aceptabilidad sensorial para la determinación del tratamiento de mejores condiciones	84
Figura 21. Comparación de los promedios para la determinación de los tratamientos de mejores condiciones.....	85
Figura 22. Diagrama reológico de la salsa probiótica	89
Figura 23. Diagrama de flujo definitivo en la elaboración de salsa probiótica	91
Figura 24. Muestras sometidas a almacenamiento para la evaluación del recuento bacteriano.....	92
Figura 25. Crecimiento de bacterias lácticas (<i>Bifidobacterium bifidum</i> y <i>Lactobacillus acidophilus</i>), (a) Diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y (b) Dilución de 10^{-5}	93
Figura 26. Identificación de <i>Bifidobacterium bifidum</i> y <i>Lactobacillus acidophilus</i> por medio de tinción Gram (+).....	94

ANEXOS

	Página
Anexo 1. Ficha de análisis sensorial para la evaluación de los tratamientos en estudio.....	105
Anexo 2. Ficha de análisis sensorial para la evaluación de tratamiento óptimo	106
Anexo 3. Recuento total de: <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium bifidum</i> utilizando el método directo de recuento en placa.....	107
Anexo 4. Diagrama de trabajo: Recuento total de <i>Lactobacillus</i> <i>acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium bifidum</i> , utilizando el método de recuento directo en placa.....	108
Anexo 5. Determinación del coeficiente de consistencia (m) y el índice reológico (n) de la salsa probiótica elaborada a base de yogurt.	109
Anexo 6. Prueba t –student para la evaluación de los coeficientes de los modelos de regresión completos. Con nivel de significancia de 5 % y valor crítico t tabular de 4,30.....	112
Anexo 7. Análisis estadístico de la viscosidad	113

Anexo 8. Análisis estadístico de la acidez	114
Anexo 9. Análisis estadístico del pH	115
Anexo 10. Análisis estadístico del recuento total de las bacterias probióticas.....	116
Anexo 11. Análisis estadístico de la aceptabilidad del sabor	117
Anexo 12. Análisis estadístico de la aceptabilidad del olor	118
Anexo 13. Análisis estadístico para la variable respuesta consistencia	119
Anexo 14. Análisis estadístico de la aceptabilidad de los tratamientos: óptimos y comercial	120
Anexo 15. Pruebas de comparación de medias de tukey HSD del tratamiento óptimo y comercial	121
Anexo 16. Matriz de consistencia	123

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basó principalmente en determinar la formulación adecuada en el proceso de elaboración de una salsa probiótica a partir de yogurt, utilizando como materia prima leche en polvo descremada y cultivo probiótico. La metodología empleada fue de Superficie de Respuesta (MSR) con un diseño experimental (Draper-Lin) con 19 tratamientos, donde se midió la influencia de la variable independiente con sus respectivos niveles de los parámetros: % de sólidos totales de leche en polvo (13; 14,5 y 16%); % de cultivo probiótico (0,5; 1,5 y 2,5%); % de aceite (2,5; 5 y 7,5%) y % de vinagre (0,1; 0,3 y 0,5%), siendo evaluados éstas a través de la viscosidad, acidez titulable, pH, cantidad de bacterias probióticas y atributos sensoriales; el proceso de fermentación fue a temperatura y tiempo constante. Las mejores condiciones operacionales fueron: 14,63 % de sólidos totales de leche en polvo, 1,67 % de cultivo probiótico, 7,5 % de aceite, 0,36 % de vinagre; y que al ser evaluados se obtuvo: viscosidad de 35 200 cp, 1,05% de ácido láctico, pH de 4,7 y $4,14 \times 10^6$ ufc/g de bacterias probióticas. Con estos parámetros los atributos sensoriales para la salsa probiótica final (resultante de la evaluación sensorial) a partir del yogurt, dieron como resultado 6,32 equivalente a una calificación de agradable.

ABSTRACT

This research work is based primarily on determining the appropriate sentence in the process of making a sauce probiotics from yogurt, using as raw material skim milk powder and culture probiotic. The methodology used was the Surface Response (MSR) with an experimental design (Draper-Lin) with 19 treatments, where the influence of the independent variable was measured with their respective levels of parameters: % total solids of milk powder (13; 14,5 and 16%); % Of probiotic culture (0.5, 1.5 and 2.5%); % vegetable Oil (2,5; 5 and 7,5%) and % vinegar (0,1; 0,3 and 0,5%), these being evaluated by the viscosity, titratable acidity, pH, amount of probiotic bacteria and sensory attributes. The fermentation process was at constant temperature and time. The best operational conditions were: 14,63% total solids of milk powder, 1,67% of probiotic culture, 7,5% oil, 0,36% vinegar; and when tested was obtained: viscosity of 35,200 cp, 1,05% lactic acid, pH 4,7 and 4,14 x 10⁶ ufc/g of probiotic bacteria. With these parameters the sensory attributes to the final sauce probiotics (resulting from the sensory evaluation) from the yogurt, resulted in a 6,32 rating equivalent of pleasant.

INTRODUCCIÓN

A comienzos de este siglo XXI la Ciencia de los Alimentos ha tomado un nuevo giro, haciendo muy creciente el interés por los alimentos funcionales, donde existe una interacción alimento- medicina.

El tema de la preocupación por la salud conlleva al aumento de la demanda de este tipo de productos por parte de los consumidores, lo cual obliga a acelerar una legislación en este ramo y al desarrollo de nuevos productos funcionales basados en efectos cuantificables sobre la salud de los consumidores, donde la prevención es un factor importante tanto por el bienestar que produce, como por el aspecto económico al evitar las costosas poblaciones enfermas (Roberfroid, 1999).

Por lo cual en el presente trabajo se planteó la formulación y elaboración de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad, como un producto alternativo, para uso en ensaladas y comidas al paso.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El uso de microorganismos probióticos viene alcanzando un gran desarrollo debido a que estos suplementos son modificadores de la composición y de la actividad de la microflora, y hay una diversidad de estudios sobre microorganismos probióticos donde destaca los géneros de *Lactobacillus* y *Bifidobacterias* por los efectos beneficiosos que producen.

El actual consumo masivo de alimentos al paso requiere, entre otros ingredientes, el acompañamiento de algunas salsas, entre ellos a la mayonesa, cuyos ingredientes principales como el aceite y el huevo (75% y 5% como mínimo respectivamente); al ser consumidos en exceso, representa un factor de riesgo para la salud, debido al aumento de triglicéridos y de colesterol.

Con el presente trabajo se pretende obtener la formulación para elaborar una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt y su influencia en la calidad, como producto alternativo a la

mayonesa, con propiedades benéficas que contribuyan a una cultura de vida saludable.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt y su influencia en la calidad?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad físico-química?
- ¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad microbiológica?
- ¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad sensorial?

1.3 Delimitación de la investigación

El estudio se enmarca en el área tecnológica, pues es el resultado del análisis estadístico, fisicoquímico, sensorial y microbiológico. El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y de la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional “Jorge Basadre Grohmann”.

1.4 Justificación

La mayonesa es un producto emulsionado que posee en su composición una gran cantidad de aceite, por lo menos un 75% y además contiene cantidades significativas de colesterol por la presencia de la yema de huevo. El consumo de este producto junto al de carnes rojas con gran cantidad de grasas saturadas ha incrementado el índice de enfermedades cardiovasculares, como el colesterol elevado en el flujo sanguíneo (Gomes y Malcata, 2000).

La búsqueda de alimentos funcionales obliga a pensar en un viraje en la preparación de alimentos de consumo diario, tales como las salsas y/o mayonesas, pero que no signifiquen un daño o riesgo para la salud.

En este sentido, las leches fermentadas y derivados pueden ser útiles como probióticos ya que proveen bacterias vivas benéficas para la salud. Por ello, con el presente trabajo se pretende formular y elaborar una salsa probiótica a partir del yogurt. Además, es importante el aportar con propuestas tecnológicas en la elaboración de esta salsa probiótica para el consumidor final.

1.5 Limitaciones

En el Perú, la literatura referente a la utilización del yogurt en la elaboración de una salsa probiótica, es escasa y existen muy pocos trabajos de investigación relacionados con este tema. No se han identificado mayores limitaciones que hayan impedido alcanzar los objetivos propuesto en el presente estudio.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar los parámetros para la formulación de una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt y su influencia en la calidad.

1.6.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- Determinar los parámetros más adecuados para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad físico-química (viscosidad, acidez titulable y pH).
- Determinar los parámetros más adecuados para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad microbiológica (cantidad de bacterias probióticas).
- Determinar los parámetros más adecuados para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad sensorial.
- Evaluar las principales características físico-químicas del producto final optimizado como salsa probiótica.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Conceptos generales y definiciones

2.1.1 La leche

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) 202.001 (1991), se define a la leche cruda entera como “el producto íntegro no adulterado y sin calostro del ordeño, higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas”.

Hay por lo tanto en la leche cuatro tipos de componentes importantes según Alais (1985):

- Los lípidos, componentes esenciales de las grasas ordinarias (triglicéridos).
- Las proteínas (caseínas, albúminas y globulinas).
- Los glúcidos, esencialmente la lactosa.
- Las sales.

Los requisitos físico-químicos que debe tener la leche cruda entera para su industrialización, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) 202,001 (1991), son:

- Materia grasa mín. 3,0 %
- Sólido no graso mín. 8,20 %
- Sólidos totales mín. 11,20%
- Acidez (g de ácido láctico/100 g de leche) mín. 0,14 máx. 0,18

2.1.2 Leche en polvo descremada

Es el producto obtenido por la deshidratación de la leche descremada fluida y apta para la alimentación humana mediante procesos tecnológicamente adecuados. En cuanto a sus características organolépticas, debe ser polvo blanco amarillento, olor y sabor característico, ausente de sustancias extrañas (Madrid, 2001).

Requisitos físico-químicos

De acuerdo a la NTP 202.005 (1981), la leche en polvo descremada debe tener los siguientes requisitos:

- Materia grasa menor de 1,50%
- Humedad máxima 5,00%
- Acidez (g ácido láctico/100 g de leche reconstituida) 0,10 a 0,17%
- Proteínas mínimo 33%
- Cenizas máximo 9%

2.1.3 Alimentos funcionales

Especialistas en nutrición humana, ciencia y tecnología de alimentos, mercadotecnia, etc. se encuentran investigando activamente esta nueva área y se han dedicado a formular nuevos productos que permitan un futuro más saludable para la humanidad. Congresos y reuniones científicas se llevan a cabo cada vez con mayor frecuencia para discutir la utilidad de estos alimentos, convertido en uno de los tópicos de mayor interés desde el año 1996.

La compañía Nabisco ha introducido “Nutrajoint” su primer producto funcional. Hace unos años, Con AgraFunctional Foods introdujo “Culturelle”, un probiótico, cuyo ingrediente es *Lactobacillus GG*, el probiótico más extensamente estudiado, derivado del sistema digestivo humano (Saxelin, 1997).

El término Alimentos Funcionales fue originado en Japón en 1984 con la publicación de la reglamentación “Alimentos para uso saludable específico” (FOSHU, siglas en inglés) (Araí, 1996).

La FDA (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados

Unidos) ha aprobado recientemente algunas áreas de investigación relacionadas con la legislación de alimentos funcionales, por lo pronto, muchos de estos alimentos están siendo comercializados como suplementos (Berner, 1998).

La Comisión de Codex Alimentarius, sólo considera el término “Alimento para uso especial”, el cual está definido como “cualquier alimento especialmente procesado o formulado para satisfacer un requerimiento dietario en particular, el cual existe debido a una condición física o fisiológica específica y/o a enfermedades o desórdenes particulares y que es presentado para ese fin. (Roberfroid, 1999).

Por lo tanto, los alimentos funcionales podrían definirse como “cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona” (Vasconcellos, 2008).

2.1.4 Clasificación de los alimentos funcionales

Ciertos alimentos presentan una gran diversidad de funciones especiales. Algunas de estas funciones pueden dar origen a la reducción del riesgo o a la prevención y tratamiento de ciertas

enfermedades (a estos componentes también se les conoce como nutracéuticos). En la tabla 1, se presentan aspectos beneficiosos de los componentes de algunos alimentos para el consumo humano (Saloff- Coste, 2002).

Hoy en día los consumidores dan la impresión de conocer la positiva relación que existe entre alimentación y salud, ya que la demanda de alimentos funcionales alcanza 5% del mercado de los alimentos (Silva y Verdalet, 2003).

2.1.5 Probióticos

La palabra “probiótico” se deriva del griego “para la vida”. El término “probiótico” data de 1965, cuando se usó para referirse a cualquier sustancia u organismo que contribuyera al balance microbiano intestinal. Posteriormente, se hizo muchas revisiones a través de la historia con la finalidad de proponer una definición más acertada.

Cruchet (2001), menciona que son microorganismos, generalmente reconocidos como inoocuos, presentes en la dieta; generalmente bacterias lácticas, que pueden sobrevivir en el estómago e intestino de los seres humanos.

Tabla 1. Aspectos beneficiosos de los componentes de algunos alimentos

	Reducción del riesgo de enfermedades cardíacas	Disminución del colesterol sanguíneo.	Regulación-reducción de la presión sanguínea	Mejoramiento de la función gastrointestinal	Reducción del riesgo de cáncer de colon	Balance de flora intestinal	Prevención de algunas enfermedades intestinales	Mejoramiento del sistema inmunológico	Mejoramiento de la disponibilidad de minerales.	Reducción del riesgo de osteoporosis	Prevención de caries dental	Reducción del riesgo de enfermedades neurológicas	Reducción del riesgo de algunos tipos de cáncer	Antioxidantes	Dietas Especiales	Antitumorales	Fuente de Vitaminas	Crecimiento	Prevención de infecciones vaginales	Mejoramiento del crecimiento de probióticos
Calcio (en tortillas)									X	X	X							X		
Casomorfina (leche)			X																	
Fibra dietética (granos enteros)	X	X		X	X		X							X	X					
Bebidas refrescantes y jugos enriquecidos									X	X	X						X			
Ácido fólico (añadido a pan o leche)												X								
Leche fortificada									X	X	X			X			X	X		
Glicomacropéptido									X	X	X				X			X		
Lacto ferrina						X			X											
Lacto peroxidasa						X						X								X
Lactoval									X											X
Productos bajos colesterol	X	X																		
Productos bajos en grasa	X	X																		
Productos bajos en sodio			X																	
Oligosacáridos									X											
Ácidos grasos omega-3 (en pescado)	X							X					X							
Prebióticos																				X
Probióticos (algunas bacterias ácido-lácticas en yogurt y queso)				X		X	X	X								X		X	X	
Algunas frutas, verduras y granos.	X	X		X	X	X								X	X		X			
Algunos fotoquímicos	X		X										X	X			X			
Algunos azúcar-alcoholes											X									
Avena entera	X	X		X	X		X								X	X				
Yogurt con simbióticos (probióticos +				X																

Fuente: Saloff-Coste (2002).

Una de sus principales propiedades consiste en mantener y restaurar una flora intestinal equilibrada, actuando en forma beneficiosa sobre la salud del huésped.

Finalmente, la definición actual fue establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el 2001: son “microorganismos vivos que al ser administrados en dosis adecuadas confieren beneficios fisiológicos en el hospedero” (Reid *et. al*, 2003).

Los más comunes géneros de bacterias probióticas usados son los *Lactobacillus* y los *Bifidobacterium*. Los mecanismos potenciales de su acción incluyen la interacción bacteriana por competitividad en la producción de metabolitos antimicrobianos, condicionamiento mucoso y de modulación inmune. El uso de probióticos en diversos desórdenes gastrointestinales está liderando el creciente interés de su uso en pacientes con IBS (síndrome inflamatorio del tracto) (LINROS S.R.L., 2002).

MONTANA S.A. (2002), indica que los efectos benéficos de los probióticos son:

- Restablecen la flora intestinal después de un tratamiento con antibióticos o estrés excesivo.
- Inhiben competitivamente a las bacterias patógenas en el intestino.
- Reducen la incidencia de cáncer de colon y colesterol.
- Estimulan el sistema inmunológico.

2.1.6 Prebióticos

El término prebiótico fue introducido por Roberfroid (1998), quien definió a los prebióticos como ingredientes no digeribles de los alimentos que afectan beneficiosamente al huésped por una estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o un limitado grupo de bacterias en el colon. Esta selectividad fue demostrada para *bifidobacteria*, la cual puede ser promovida por la ingestión de sustancias tales como fructooligosacáridos e inulina.

Las sustancias fermentables llamadas prebióticos tienen un efecto benéfico sobre la flora intestinal. Son ingredientes alimenticios no digeribles que proveen un efecto benéfico sobre los microorganismos anfitriones, provocando una estimulación selectiva de su crecimiento. La lactosa, es una fuente de prebióticos bien conocida (Roberfroid, 1998).

2.1.7 Leches fermentadas

Son productos que se caracterizan porque obtienen su carácter ácido y su típica textura por experimentar una fermentación láctica unida a una producción de aroma. Distintas especies y combinaciones de especies de bacterias lácticas acidificantes fermentan una parte de la lactosa. La fermentación provoca también la coagulación de las proteínas, sufren un cierto grado de desdoblamiento (Spreer, 1991).

Las leches fermentadas son productos acidificantes por medio de un proceso de fermentación y como consecuencia de la acidificación de las bacterias lácticas, las proteínas de la leche se coagulan y se precipitan. Luego estas proteínas pueden dissociarse separando los aminoácidos. Por esta razón las leches fermentadas se digieren mejor que las leches no fermentadas (www.Milkaut.com-2006).

2.1.8 Variedades de leches fermentadas

Existen una gran variedad de leches fermentadas originándose probablemente por las distintas exigencias climáticas y medioambientales de los microorganismos que intervienen en

estos procesos; siendo el más conocido el yogurt, que es originario de Bulgaria; también el Kumys y el Kefir, originarios del Caúcaso.

Las leches fermentadas se pueden clasificar de varias formas, pero generalmente se acepta su clasificación en función del tipo de microorganismo utilizado en su elaboración (Varnan, 1995).

2.1.9 Clasificación de las leches fermentadas en función de su flora microbiana

- a) Leches fermentadas elaboradas con bacterias termófilas fermentación a 30/45°C.
 - Bacterias de origen lácteo: *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*: *Yogurt y productos derivados.*
 - Bacterias de origen intestinal, generalmente asociados a las bacterias del yogurt o únicamente a *Str. salivarius* subsp. *Thermophilus.*
 - Productos que contienen: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* o sus variedades; distintas especies de *Bifidobacterium.*

- b) Leches fermentadas elaboradas con bacterias mesófilas fermentación a 15/30°C
- Fermentación alcohólica asociada a la fermentación láctica: Kefir, Koumis.
 - Fermentación exclusivamente láctica: “Culturedbuttermilk”
 - Leches fermentadas escandinavas de viscosidad elevada.
 - Productos derivados de los anteriores (Zourari y Anifantakis, 1988).

2.1.10 El yogurt

El yogurt es la leche fermentada de mayor consumo y la mejor conocida internacionalmente.

La NTP 202,092 (1990), define al yogurt como el producto obtenido por la coagulación de la leche y la acidificación biológica, mediante la acción de los fermentos lácticos: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de la leche entera, parcialmente descremada, descremada, recombinada; con un tratamiento térmico antes de la fermentación.

La definición legal francesa indica que la fermentación del yogurt se produce por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus*

thermophilus, y que estas bacterias deben encontrarse vivas en una concentración de 10^6 /g, pudiéndose enriquecer con leche en polvo con un máximo de 5% y como mínimo debe contener 0,8 % de ácido láctico (Mori, 1989).

Se puede clasificar al yogurt: por el método de elaboración, por el sabor y por el contenido graso. Estos productos según su consistencia pueden ser geles consistentes, líquidos, batidos o bebidas como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de yogurt por el método de elaboración

Parámetros	Yogurt	Yogurt batido	Yogurt
	líquido		aflanado
Sólidos (%)	11,5 - 12,5	12 - 14	14 – 16
pH final	4,65 – 4,7	4,65 – 4,7	4,6 – 4,65
Temperatura incubación (°C)	42°C	42°C– 44°C	39°C- 40°C
Tiempo de incubación (h)	5,0 – 6,0	5,0 - 6,0	5,0 – 6,0

Fuente: MONTANA S.A. (2002)

Del clásico yogurt consistente se han derivado una gran variedad de productos, desde los yogures batidos o para beber con multitud de ingredientes adicionales y de mayor conservación. La combinación de las típicas bacterias acidificantes, por ejemplo

Bifidobacterium bifidum han llevado a la elaboración de productos como el “bioyogurt” o el “biogarde” (Spreer, 1991).

Estos se caracterizan por su digestibilidad, su reducida capacidad de acidificación retrasada y por conservar su sabor durante más tiempo. Finalmente, también se conocen preparados congelados de yogurt que sirven, una vez deshidratados y añadiéndoles determinados productos alimenticios y hierbas, para elaborar los productos anteriormente citados (Spreer, 1991).

2.1.11 Yogurt probiótico

La incorporación de *L. acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* a los cultivos estárter del yogurt y el producto lácteo resultante tiene un extraordinario valor terapéutico (Tamime y Robinson, 1991).

En la tabla 3, se muestra algunos tipos de yogures terapéuticos.

Tabla 3. Relación de algunos tipos de yogures dietéticos/ terapéuticos fabricados con fines medicinales.

Método	Información adicional	Referencial
La grasa Láctea de la mezcla base es sustituida por aceites insaturados en un 1,5 - 6,4%, elaborándose el yogurt.	"Yogurt sin colesterol"	Metzger (1962b)
Elaborar el yogurt por el método convencional. Antes de añadir el cultivo estándar mezclar la leche con un extracto de naranja. El extracto de naranja presenta un elevado contenido de vitamina C en forma de ascorbato sódico.	"Yogurt rico en vitamina C". El yogurt vitaminado" contiene 9 vitaminas.	Metzger (1962b)
Elaborar el yogurt a partir de leche con un bajo extracto seco añadiendo estabilizantes. El valor energético de este yogurt natural es de 170 KJ/100, frente a los 250-335 KJ/100 g del yogurt tradicional.	"Yogur hipocalórico"	Anon (1977f)
Diluir el yogurt (desnatado) con un aditivo que contenga una infusión vegetal a base de vinagre, ácido láctico y condimentos.	Idem	Graps (1979)
Añadir un 15% de salvado de trigo a la leche antes de la incubación del cultivo estándar. La presencia de salvado condiciona el crecimiento del <i>L. bulgaricus</i> , pero este tipo de yogurt resulta muy beneficioso por la presencia de fibra.	"Yogur con salvado de trigo"	Munk(1980) o Costamagna and Rossi (1980)
Preparar el yogurt utilizando un cultivo estándar que contenga <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>L. L. acidophilus</i> y <i>B. bifidum</i> .	"Yogurt antibiótico" o "Biodegrade" o "Biogur(BIO)"	Kiza, Zbikowski and Kotenda (1974), Anon (1977g), Rossi, Constagma and Ingi(1978).
Concentrar la leche normalizada (1,6% de grasa), hasta alcanzar un extracto seco total de 22- 25 %, elaborar el yogurt y deshidratar por atomización con aire a una temperatura de 210 - 220°C hasta alcanzar un contenido en agua del 3 - 4%.	El "Bilacton" se reconstituye a partir de 11 g por cada 100 ml. de agua con una acidez de 0,4-0,45% de ácido láctico (45-50 °T) y es utilizado para la alimentación infantil.	Ivanov et al. (1973).
Concentrar la leche desnatada por infiltración hasta alcanzar un contenido en proteína del 20%. El yogurt elaborado a partir de este tipo de leche presenta un contenido en lactosa del 0,3- 0,6%.	"Yogurt de bajo contenido en lactosa"	Kosikowki (1979)

Fuente: Tamime y Robinson (1991)

2.1.12 Valor nutritivo del yogurt

En la tabla 4, se presentan los principales constituyentes de algunos tipos de yogurt natural.

Tabla 4. Cifras típicas de concentración de algunos compuestos mayoritarios de la leche y el yogurt

Compuesto (unidades/100g)	Leche entera	Leche desnatada	Yogurt entero	Yogurt desnatado
Calorías	77,5	36	72	64
Proteínas (g)	3,5	3,3	3,9	4,5
Grasas (g)	4,25	0,13	3,4	1,6
Carbohidratos (g)	4,75	5,1	4,9	6,5
Calcio (g)	119	121	145	150
Fósforo (mg)	94	95	114	118
Sodio (mg)	50	52	47	51
Potasio (mg)	152	145	186	192

Fuente: Deeth y Tamime (1991)

2.1.13 Salsas

Los romanos y los griegos, creadores de la cocina mediterránea, utilizaban muchas salsas. Durante los siglos XVII y XVIII en Francia los cocineros de los nobles competían en la creación culinaria que ya entonces estaba reconocida como un arte (www.mailxmail.com).

En la mayor parte de las salsas, las especias y hierbas aromáticas son elementos fundamentales. Siendo las salsas más comunes, mezclas de ingredientes crudos o cocidos. Un ejemplo de

ello es la vinagreta, las salsas a base de huevo y mantequilla, las de hortalizas y frutas.

La palabra salsa proviene del latín “salsus”, que significa sazonado con sal; son complementos de otros platos. Las salsas se caracterizaron por ser grasosas, ricas y espesas. Hoy en día se prefieren ligeras y buscando el sabor en el ingrediente principal, es decir, que la salsa no domine sobre el género que acompaña, sino que armonice con éste (Artz R., 2002).

Por lo tanto, las salsas se pueden definir como una combinación de ingredientes, a veces en cantidades mínimas, que crean un conjunto armónico cuyo aroma invita a probar el plato.

- **Clasificación**

Existe gran variedad de salsas, que han sido clasificadas en función a diferentes consideraciones, por ejemplo: el uso de ingredientes y formas de elaboración. Se presentan, cuatro fórmulas clásicas que comprenden: salsa española, salsa blanca o bechamel, mayonesa y vinagreta. A las que se incorporan distintos elementos que les dan personalidad propia.

2.1.14 Mayonesa

La NTP 209.033 (1974), define a la mayonesa como el alimento emulsificado semi-sólido, preparado con aceites vegetales comestibles, ingredientes acidificantes y huevos.

La mayonesa es una salsa que se caracteriza por la gran cantidad de aceite (75% como mínimo), también la presencia de niveles significantes de colesterol debido a la presencia de la yema de huevo (5% como mínimo), componente esencial en la elaboración de éste tipo de productos (CENFOTUR, 1999).

2.1.15 Viscosidad

Es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir. Los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. En la figura 1, se visualiza la clasificación de los fluidos.

2.1.16 Fluidos no newtonianos

Según Singh y Heldman (1997), la relación no es lineal entre esfuerzo cortante y velocidad de cizallamiento. Las propiedades de

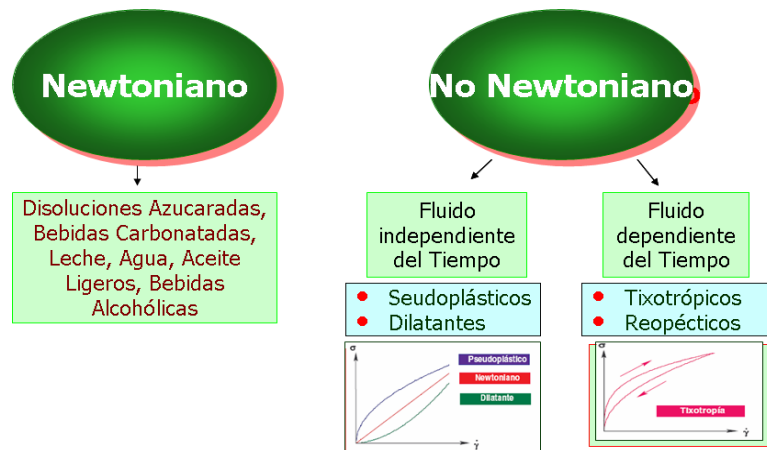


Figura 1. Clasificación de los fluidos de acuerdo a su viscosidad
Fuente: Singh y Heldman (1997)

En la figura 2, se visualiza un viscosímetro rotacional, para determinar la viscosidad de un líquido.



Figura 2. Viscosímetro rotacional
Fuente: Tamime y Robinson (1991)

Los líquidos no-newtonianos pueden estudiarse divididos en dos grupos: líquidos no-newtonianos independientes del tiempo, fluyen inmediatamente cuando se les aplica un pequeño esfuerzo cortante (seudoplásticos y dilatantes); y los líquidos no newtonianos dependientes del tiempo, alcanzan un valor constante de viscosidad aparente después de transcurrido un tiempo desde la aplicación del esfuerzo cortante (tixotrópicos y reopéticos).

2.2 Enfoques teóricos – técnicos

2.2.1 Fundamentos del proceso de elaboración del yogurt

Los procedimientos para la preparación industrial del yogurt varían considerablemente en cuanto a ciertos detalles, pero el proceso fundamental es esencialmente el mismo (Foster, 1965).

Tamine y Robinson (1991), han propuesto un método mejorado para la elaboración del yogurt batido, el cual se aprecia en el diagrama de flujo de la figura 3, y se describe a continuación:

- a) Materia prima: El yogurt puede prepararse ya sea con leche fresca, leche en polvo descremada o semidescremada.
- b) Tratamiento preliminar de la leche: Consiste en estandarizar el

contenido graso y sólidos totales de la leche, debiendo ser 0,3 a 5,0 % y de 9 a 16% respectivamente.

- c) Pretratamiento térmico: Tiene por finalidad facilitar la homogeneización y reducir la carga microbiana.
- d) Homogeneización: Se somete a temperatura de 50 a 70°C y a presiones de 100 a 200 kg/cm²
- e) Agregado de azúcar y aditivos: La finalidad de agregar azúcar es atenuar la acidez del producto.
- f) Tratamiento térmico: La relación más favorable es 85-90°C por 5 a 10 minutos.
- g) Acondicionamiento: Consiste en enfriar la leche hasta temperatura de 40°C a 45°C.
- h) Preparación del cultivo estarter: La inoculación inicial para la preparación del cultivo de yogurt es obtenido de un cultivo liofilizado. El cultivo de yogurt debe constar exclusivamente de las especies bacterianas: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Para la preparación del cultivo estarter y separación en volumen, se procede a disolver 130 g de leche descremada en polvo en un litro de agua hervida tibia a 37 °C y continuar con la pasteurización de 85°C por 15 minutos; seguidamente bajar la temperatura hasta 40 °C, luego disolver el

sobre completo del cultivo moviendo vigorosamente por 2 minutos los granos del cultivo hasta disolución completa y continuar con la operación de inoculación.

- i) Inoculación: Después de la pasteurización y la concentración de la leche, ésta se enfría de 1 a 2 °C sobre la temperatura de incubación y se siembra con cultivo en proporción de 1 a 3%.
- j) Incubación: Se realiza por lo general a temperatura de 40°C a 45°C, es decir en las condiciones óptimas de crecimiento de las bacterias ácido-lácticas.
- k) Enfriamiento: El enfriamiento del coágulo comienza inmediatamente después del alcanzar la acidez óptima del producto, es decir a un valor de pH de aproximadamente 4,6 a 4,8 o una concentración de ácido láctico de 0,85 a 0,90% dependiendo del tipo de yogurt. Este puede enfriarse en dos partes: la primera hasta 20°C a fin de agregar aromatizantes; y la segunda hasta 5 a 10°C.
- l) Batido: Se realiza con el propósito de homogeneizar el producto luego del agregado de frutas en trozos pequeños.
- m) Envasado: Debe realizarse evitando cualquier forma de contaminación. Pueden emplearse envases rígidos como vidrio y semirígidos como los de polipropileno, poliestireno, cloruro de

polivinilo y cloruro de polivinideno.

n) Almacenamiento: Finalmente el producto es almacenado en refrigeración a temperatura de 0 a 5°C de preferencia; para su comercialización y/o consumo.

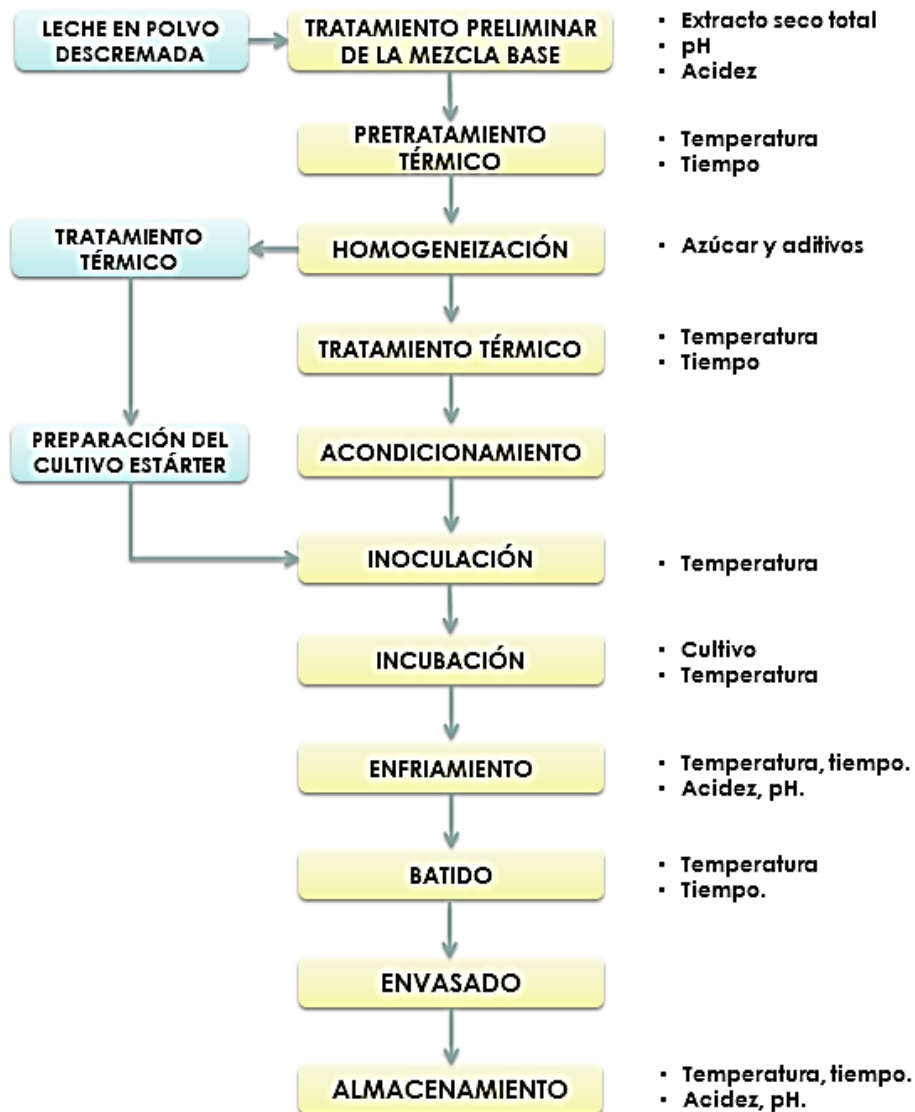


Figura 3. Flujo general de la elaboración de yogurt batido
Fuente: Tamime y Robinson (1991).

2.2.2 Características de la fermentación del yogurt

Las bacterias ácido-lácticas, sólo pueden obtener la energía a través de la fermentación de los carbohidratos; siendo la lactosa el único azúcar presente en la leche, la cual es transformada en ácido láctico. El proceso comprende muchas reacciones bioquímicas, simplificándose en la siguiente ecuación:



Por lo tanto, la fermentación del yogurt es el resultado de la actuación de las bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). La utilización de la lactosa sigue una vía metabólica; es utilizada por una B-D – galactosidasa (lactasa) en D - glucosa y B-D-galactosa; a continuación la D-glucosa se transforma siguiendo la vía glicolítica en ácido pirúvico y después en ácido láctico, mientras que la galactosa se excreta y se acumula progresivamente en la leche, ya que no suele ser utilizado por los microorganismos del yogurt.

2.2.3 Preparación de salsas

La proporción de los diferentes ingredientes entre sí dependerá del gusto y sello personal que se le dé al producto. Este proceso no corresponde en si mismo a un método de conservación, ya que utiliza diversos métodos de los principios generales para elaboración de variados productos que tienen atributos culinarios y sirven para utilizar materias primas comúnmente existentes en diversos sistemas productivos o naturales (Portugal y Ranken).

Según Paltrinieri (1997), en la elaboración de una salsa, se debe tener en cuenta:

- Medida de los ingredientes
- Punto de espesura de la salsa
- Punto de ligazón y suave al paladar
- Untuosidad en el caso de mayonesa
- Consistencia, de acuerdo a los resultados deseados.

2.2.4 Estabilidad de las salsas

Según Ranken (1988), una salsa físicamente estable es aquella que no muestra tendencia a la separación gravitacional de las fases sólida y líquida, ni por flotación ni por sedimentación de las

partículas suspendidas, no tiene tendencia a la gelificación o a la sinéresis y presenta despreciables cambios de consistencia en el transcurso de su vida comercial.

Un estabilizante es capaz de mantener una dispersión uniforme de dos o más sustancias inmiscibles. Los principales requisitos de un estabilizante / espesante para usarlo en una salsa son:

- Proporcionar la viscosidad requerida.
- Brindar estabilidad durante el tiempo de almacenamiento prolongado en presencia de ácido acético.
- Que no forme estructura de gel, o que pueda destruirse mecánicamente y no se reconstituya.
- Todas estas características pueden encontrarse en gomas naturales y modificadas.

2.2.5 Microbiología de salsas y leches fermentadas

Existe escasa bibliografía en cuanto a la microbiología de salsa probiótica, por lo que se ha considerado tener como referencia la microbiología de las salsas y leches fermentadas.

Según la ICMSF (1985) las principales alteraciones en salsas

se deben al crecimiento de hongos y lactobacilos, *Clostridium botulinum* y *C. perfringens* no pueden crecer debido a que no desarrollan a valores por debajo de pH 4,5; de igual modo una baja aw es suficiente para imposibilitar la formación de esporas de *Bacillus cereus*.

Otros microorganismos tales como *E. coli* y estreptococos constituyen indicadores que revelan un manejo no higiénico, con la posible presencia de otros patógenos productores de infecciones y/o intoxicaciones de origen alimentario.

En lo referente a leches fermentadas, el principal producto que se obtiene en la fermentación de las leches es ácido láctico. Si las bacterias del fermento son inactivas, es posible que crezcan otras bacterias que alteran la cuajada y su sabor. Las bacterias proteolíticas, que normalmente no son capaces de competir con las bacterias lácticas, pueden originar una cuajada de mala calidad y sabores extraños. Si en la superficie existe aire, el producto acabado es susceptible de ser alterado por mohos procedentes del aire del equipo (Frazier, 2000).

2.2.6 Insumos y aditivos utilizados para la elaboración de salsa probiótica

- a) Sal:** La sal común ocupa un lugar especial entre los condimentos, debido a que está formada casi exclusivamente por los elementos sodio y cloro, ambos esenciales. La NTP 209.015 (1991), define a la sal como el producto comercial constituido principalmente por el compuesto químico cloruro de sodio (NaCl), con los aditivos que establece la presente Norma y elaborado en condiciones tales que garanticen la ausencia de gérmenes patógenos.
- b) Aceite:** La NTP 209.001(1983), indica, que el aceite vegetal comestible; es el aceite destinado al consumo humano, extraído de frutas y semillas oleaginosas; líquidas a la temperatura de 20 ° C y que cumple con los requisitos propios de la norma específica. Los aceites de mesa que se ofertan bajo los nombres de aceite de mesa, aceite vegetal, aceite para ensaladas, suelen ser mezclas de distintos aceites vegetales, son refinados y contienen casi siempre un elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados. Pueden utilizarse en todos los campos de la cocina, para asar, hornear, cocer y freír. Su sabor es neutro (Gunter, 1999).

- c) Vinagre:** Líquido que se obtiene por una doble fermentación; se inicia con *Saccharomyces spp* y azúcares para producir etanol, que a su vez sirve de sustrato a *Acetobacter spp* que lo oxida y lo transforma en ácido acético. Contiene de 4 a 8% de ácido acético y una gran variedad de sustancias aromáticas; se usa como conservador y como condimento (Badui, 1988).
- d) Estabilizante:** Sustancia que se añade en pequeñas proporciones a productos inestables para evitar separación de fases. En esta categoría se incluyen las gomas y los emulsionantes que mantienen estables las suspensiones, emulsiones, etc. (Badui, 1988). Sustancias que hacen posible conservar el estado físico-químico de un alimento y reducir su tendencia a desintegrarse al evitar el choque de las micelas, permiten mantener homogénea cualquier dispersión de dos o más sustancias no miscibles (Bello G., 2000). Distintos alimentos tienen consistencias y texturas diferentes. Las condiciones de los procesos a que se someten los alimentos y las características que se espera de los hidrocoloides son muy variables. Algunos requieren una gelificación en frío mientras que otros lo precisan en caliente. En general, una mezcla de estabilizantes suele ser más eficaz que cualquiera de ellos por separado.

Aquí se presenta algunos agentes texturantes:

- a) E-407 Carragenina: Heteropolisacárido estructural sulfatado, que se extrae con agua o álcalis de algunas algas rojas. Polvo fino o grueso, blanco-amarillo, casi inodoro, se disuelve en agua a 80°C y forma una suspensión viscosa, que al enfriar puede gelificar en presencia de cationes, como potasio y amonio; se usa como espesante, emulsionante, estabilizador de proteínas, gelificante, etc. (Badui, 1988).

- b) E-412 Goma guar: Procede del endosperma de las semillas de guar; la goma guar es un galactomano que consiste en una cadena de manosa ramificada con unidades de galactosa en proporción 2:1. Estas ramificaciones permiten la separación de las cadenas principales y, por consiguiente, su hidratación; permanece estable en un rango de pH entre 3-11, por lo que puede usarse en una amplia gama de productos (queso fresco, queso fundido, helados, salsas, aderezos, panadería). Existe un sinergismo entre la goma guar y la goma xantana y compatibilidad con la carragenina (Cubero y Monferrer, 2002).

c) E-415 Goma xantan: Es un heteropolisacárido, producido por la fermentación industrial del *Xanthomonas campestris* sobre sustrato glucídico. La xantana es soluble en agua y leche en frío, teniendo en efecto espesante de características no tixotrópicas y alta pseudoplasticidad. Es sinérgica con la goma garrofin, y goma guar aumentando la viscosidad del producto. La goma xantan encuentra aplicación en aderezos fluidos, ensaladas, productos de pastelería y panadería, sopas, salsas, productos lácteos y también en productos dietéticos (Cubero y Monferrer, 2002).

2.2.7 Factores que influyen en la elaboración de la salsa probiótica

a) Acidez valorable total (AVT): Acidez es la presencia de iones H referida a concentración. La AVT se indica en términos del ácido que predomina entre los existentes, por ejemplo en la leche como ácido láctico, en la mayor parte de las frutas como ácido cítrico, etc.

b) pH: Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración molar de iones hidrógenos (H^+) el mismo que indica el grado de acidez de una solución, $pH = -\log_{10}[H^+]$

c) Viscosidad: La medición de la viscosidad es a menudo muy importante para el control de la calidad, sobre todo de productos que se supone deben tener una cierta consistencia en relación a su aspecto o paladar, como son las natas, yogurt, salsas de tomate o flanes. La viscosidad puede definirse como la resistencia interna que presentan los líquidos a fluir, cuando se les aplica un esfuerzo cortante; representa la fricción entre las diversas capas, que impide que fluyan libremente (Badui, 1988).

d) Viabilidad de bacterias probióticas: Además de los aspectos tecnológicos propiamente dichos, el control de la viabilidad de las especies en el alimento que sirve de vehículo en el momento de consumo, es igualmente de elevada importancia; para asegurar un efecto benéfico, los productos probióticos deben contener un mínimo de 10^6 ufc/ml, lo que se registra en el supuesto de que la dosis diaria recomendada es de $10^8 - 10^9$ células viables, realizadas por la ingestión de cada 100 g de producto fermentando conteniendo 10^6-10^7 células viables/ml (Rasic y Kurmann, 1983) citado por Gomes y Malcata, 1998.

2.3 Marco referencial

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 (B.P.). 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.

Borda (2011), estudió la formulación de una base de aderezo para ensaladas con características de alimento funcional, dado que incorpora inulina como fuente de fibra y aceite de canola como fuente de ácido linolénico. Determinó que la inulina mejora el sabor y cremosidad de los productos bajos en grasas. Confirmándose dichos efectos en la evaluación sensorial. Las muestras conteniendo inulina con gomas, presentaron mayor consistencia, como lo determinó la reología y el análisis sensorial, mejorando la estabilidad física de la emulsión. El aderezo permaneció estable microbiológicamente durante 180 días de almacenamiento.

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis general y específicas

3.1.1 Hipótesis general

Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt influyen en la calidad.

3.1.2 Hipótesis específicas

- Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt influyen en la calidad físico-química (viscosidad, acidez titulable y pH).
- Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt influyen en la calidad microbiológica (cantidad de bacterias probióticas).
- Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt influyen en la calidad sensorial (sabor, olor y consistencia).

3.2 Diagrama de variables

3.2.1 Variable independiente: parámetros en la formulación

- Sólidos totales de la leche con los siguientes niveles: 13%, 14,5% y 16%.
- Cultivo probiótico con los siguientes niveles: 0,5%, 1,5% y 2,5%.
- Aceite con los siguientes niveles: 2,5%, 5% y 7,5%.
- Vinagre con los siguientes niveles: 0,1%, 0,3% y 0,5%.

3.2.2 Variable dependiente: calidad de la salsa

- Viscosidad en cp.
- Acidez total titulable, expresado en porcentaje de ácido láctico.
- pH.
- Cantidad de bacterias probióticas, expresado en ufc/g
- Atributos sensoriales (sabor, olor y consistencia).

La figura 4 muestra la espina de Ishikawa de causa y efecto que relaciona la variable independiente X_i : parámetros en la formulación y la variable dependiente Y_i : calidad de la salsa.

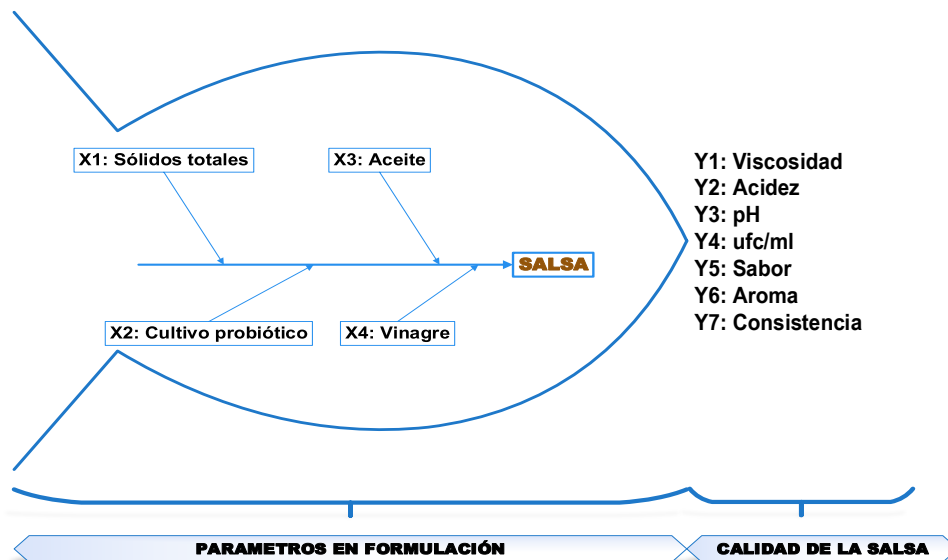


Figura 4. Espina de Ishikawa para la variable independiente y dependiente en estudio

Fuente: Elaboración propia

3.3 Indicadores de las variables

a) VI: Parámetros para la formulación de salsa probiótica

Los parámetros de los componentes: sólidos totales, cultivo probiótico, aceite y vinagre se miden en porcentaje (%).

b) VD: Calidad de la salsa

Este conjunto de propiedades y requisitos que debe reunir la Salsa probiótica se mide con los siguientes indicadores:

-Físico-químicos: viscosidad en cp, acidez total en % de ácido láctico y pH.

- Microbiológico: cantidad de bacterias probióticas en ufc/g
- Atributos sensoriales: sabor, olor y consistencia; con ayuda de ficha de análisis sensorial (escala hedónica de 1 a 9).

3.4 Operacionalización de variables

En la tabla 5 se presenta la operacionalización.

Tabla 5.Operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	indicadores
V.I. Parámetros para la formulación de salsa probiótica.	Son las proporciones de los componentes de la formulación de un producto.	Son las características de los ingredientes que una vez mezclados se obtiene un producto final de salsa probiótica a través de un proceso de optimización.	Formulación	<ul style="list-style-type: none"> – Sólidos totales (13%; 14,5; y 16%) – Cultivo probiótico (0,5%; 1,5%; 2,5%) – Aceite (2,5%; 5% y 7,5%) – Vinagre (0,1%; 0,3% y 0,5%)
V.D. Calidad de la salsa.	Conjunto de propiedades inherentes de un producto que permite caracterizarla y valorarla con respecto a otros productos.	Son las cualidades físico-químicas, microbiológicas y evaluación sensorial a tener en cuenta al momento de elegir la combinación óptima de los ingredientes para elaborar una salsa probiótica.	Físico-Químicos.	<ul style="list-style-type: none"> – Viscosidad. – Acidez total. – pH.
			Microbiológicos	Cantidad de bacterias probióticas.
			Atributos sensoriales.	<ul style="list-style-type: none"> – Sabor. – Olor. – Consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación es experimental; ya que permitirá analizar el efecto producido por la manipulación de la variable independiente sobre la dependiente, de nivel explicativo; porque explica la relación entre la variable dependiente e independiente.

4.2 Población y muestra

Bajo la condición de que el estudio es de tipo experimental, la población es la cantidad infinita de posibles mezclas de los ingredientes en estudio, por tanto las muestras son el resultado del número de tratamientos del diseño experimental utilizado, es decir es una muestra de tipo no probabilístico pues se seleccionaron las muestras siguiendo criterios ya establecidos según las combinaciones de los niveles de los componentes de la variable independiente (% de sólidos totales, % de cultivo probiótico, % de aceite y % de vinagre).

Para el presente estudio la muestra es de 19 tratamientos que establece el diseño de Draper-Lin para la variable en estudio, tal como corresponde a la tesis ejecutada.

4.3 Materiales y métodos

El presente trabajo fue realizado en los laboratorios Análisis de los Alimentos y Microbiología de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y de la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann".

4.3.1 Materiales

a) Equipos

- Estufa universal MEMMERT, rango de temperatura $+30$ a $+220^{\circ}\text{C}$.
- Incubadora MEMMERT, rango de temperatura $0-70^{\circ}\text{C}$.
- Cocina eléctrica (Themolyne type) 2200-USA.
- Balanza analítica METLER AJ 150 $\pm 0,1$ mg de sensibilidad.
- Potenciómetro digital, METROHM, modelo DM20.
- Mufla modelo: FDIJ20M marca THERMOLYNE de 500 a 550°C .
- Autoclave G.C.A. 17,2 HP, rango de temperatura hasta 150°C .
- Microscopio binocular Zeiss Germany.
- Butirómetro Gerber.

- Viscosímetro analógico, modelo LUT, marca BROOK FIELD.
- Refrigeradora de ¼ HP, marca FRIOLUX.
- Jarra para anaeróbios (Anaerocult A).

b) Material de laboratorio

- Pipetas de 1 ml, 5 ml, 10 ml.
- Vasos de precipitado.
- Picetas.
- Probetas de 50ml, 300 ml.
- Placas petri.
- Tubos de ensayo.
- Mechero Bunsen.
- Fiola de 25 ml, 100 ml.
- Embudo de vidrio.
- Espátula.
- Matraz Erlenmeyer 250 ml, 500ml.
- Pinzas.
- Crisoles de porcelana.
- Cápsulas de porcelana.
- Balón Kjendhal.
- Bagueta.

- Dosificador automático de solución NaOH 0,1N.
- Termómetro de -10°C a 150°C.
- Algodón, alcohol, papel kraf.
- Tapers de plástico de 1l.
- Frascos de vidrio con tapa 250 ml y 500 ml.
- Vasos y cucharas descartables.

c) Reactivos y medios de cultivo

- Solución de NaOH.
- Agua destilada.
- Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%.
- Agua destilada.
- Alcohol (70%).
- Ácido sulfúrico densidad 1,820-1,830.
- Alcohol isoamílico.
- Sulfato de potasio.
- Solución catalizadora de cobre pentahidratado.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Ácido bórico 4%.
- Indicador de rojo de metilo y verde de bromocresol.
- Medio de cultivo Agar-rogosa selectiva.

- Peptona universal M66.
- Medio agar-glucosa SABOURAUD.
- Medio agar-glucosa MacCONKEY.
- Caldo brilla (verde-brillante-bilis-lactosa).
- Caldo Rappaport.

Todos los reactivos empleados fueron de pureza analítica.

d) Materia prima: Como materia prima se utilizó leche en polvo descremada, procesado por Watt's S.A., procedente de Chile.

e) Cultivos lácticos: Se utilizó cultivo mixto liofilizado LYOFAST SAB 4.42 A. Simbiosis de varias cepas de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*.

f) Aditivos e ingredientes

- Stabilac 16855 de la empresa MONTANA S.A., compuesto por tres hidrocoloides: goma xantan, goma guar, carragenina.
- Vinagre, el vinagre utilizado es de vino blanco con un contenido de 4% de ácido acético.
- Aceite comestible 100% vegetal.
- Sal y colorante.

4.3.2 Métodos

a) Análisis proximal de la leche en polvo descremada

Los análisis han sido realizados en muestra por duplicado.

- Proteínas: Fueron evaluadas por el método kjeldahl de la AOAC (1984), utilizando el factor 6,38.
- Humedad: Se determinó en estufa a 105°C hasta peso constante (método recomendado por la AOAC, 1984).
- Cenizas: Se determinó según las recomendaciones del método de la AOAC (1984).
- Grasa: Se determinó a través del método volumétrico de Gerber.
- Carbohidratos: Se determinó por diferencia porcentual.

b) Evaluación del producto terminado

b.1) Análisis físico-químico de la salsa probiótica

- Proteínas: Fueron evaluadas por el método kjeldahl de la AOAC, utilizando como factor 6,38
- Humedad: Se determinó en estufa a 105°C hasta peso constante (método que indica la AOAC, 1984).
- Cenizas: Según las recomendaciones del método de la AOAC.
- Grasa: Se evaluó por el método volumétrico de Gerber o Macdonald, usando una muestra de 11,3 g en un butirómetro para leche.

- Carbohidratos: Se determinó por diferencia porcentual.
- Acidez total titulable: Se determina con hidróxido de sodio 0,1 N descrita por PEARSON (1986).
- pH: Método potenciométrico.
- Viscosidad: Se determinó con viscosímetro rotatorio, Brook-Field. técnica descrita por Tamine y Robinson (1991).

b.2) Análisis microbiológico: Para la ejecución de las pruebas microbiológicas se realizaron por duplicado.

- Enumeración de bacterias ácido láctico viables.
- Fueron evaluadas por el método recuento estándar en placa de siembra por incorporación (Manual de Microbiología MERCK 2000).
- Numeración de mohos y levaduras, por el método recuento estándar en placa.
- Numeración de coliformes, por el método del N.M.P. para coliformes (método que indica la ICMSF-1978).
- Determinación de Salmonella (Según la ICMSF-1978).
- Determinación de *Escherichia coli* (método recomendado por la ICMSF-1978).

b.3) Evaluación sensorial: Prueba de preferencia en la escala hedónica de 1 a 9, con 15 jueces panelistas semi entrenados.

4.3.3 Diseño procedimental

Para obtener la salsa probiótica a partir de yogurt se siguió el flujo del diseño experimental que se muestra en la Figura 5, el cual comprendió las siguientes operaciones:

- Materia prima: Se recepciona la leche descremada en polvo, debidamente empacada.
- Estandarización: Se diluye la leche con agua hervida a 37°C con un contenido de sólidos totales; de acuerdo al delineamiento experimental la leche en polvo fue dosificada tomando en cuenta el volumen de la materia prima, es decir, la concentración de sólidos totales expresada en porcentaje (P/V) a tres niveles: 13%, 14,5%, 16%.
- Adición de estabilizante: Antes del tratamiento térmico, se agregó el estabilizante (stabilac 16855) disuelto en agua tibia al 0,4%.
- Pasteurización: La leche estandarizada se sometió a un tratamiento térmico de 85°C por 7 minutos.
- Enfriado: Se enfrió la leche pasteurizada a una temperatura de 41°C.
- Inoculación: Una vez alcanzada la temperatura señalada, se inoculó la leche con el cultivo láctico. Según delineamiento experimental el cultivo fue dosificado en base al volumen de la leche y expresada en porcentaje (v/v). De acuerdo al delineamiento experimental para la

concentración de cultivo se toman tres niveles: 0,5%; 1,5%; 2,5%.

- Incubación: La leche inoculada, se incuba a una temperatura constante de 40°C por 5 horas.
- Refrigeración: Luego se lleva a temperatura de 5°C por 16 horas.
- Batido: Una vez refrigerado el yogurt, se procede a batir lenta y manualmente. Durante esta operación se adiciona sal 1,1% y colorante 1,8%.
- Dosificación del vinagre: De acuerdo al delineamiento, experimental, el vinagre fue dosificado tomando en cuenta el volumen de la materia prima seleccionada, es decir, la concentración expresada en porcentaje (v/v). Para la concentración de vinagre se tomaron tres niveles: 0,1%; 0,3%; 0,5%.
- Dosificación de aceite: De acuerdo al delineamiento experimental, el aceite fue dosificado tomando en cuenta el volumen de la materia prima seleccionada, es decir, la concentración expresada en porcentaje (v/v). Para la concentración de aceite se tomaron tres niveles: 2,5%; 5%; 7,5%.
- Envasado del producto: Se envasó en frascos de vidrio con tapa de 250 ml cada uno.
- Almacenado: El producto final fue almacenado a 5°C.

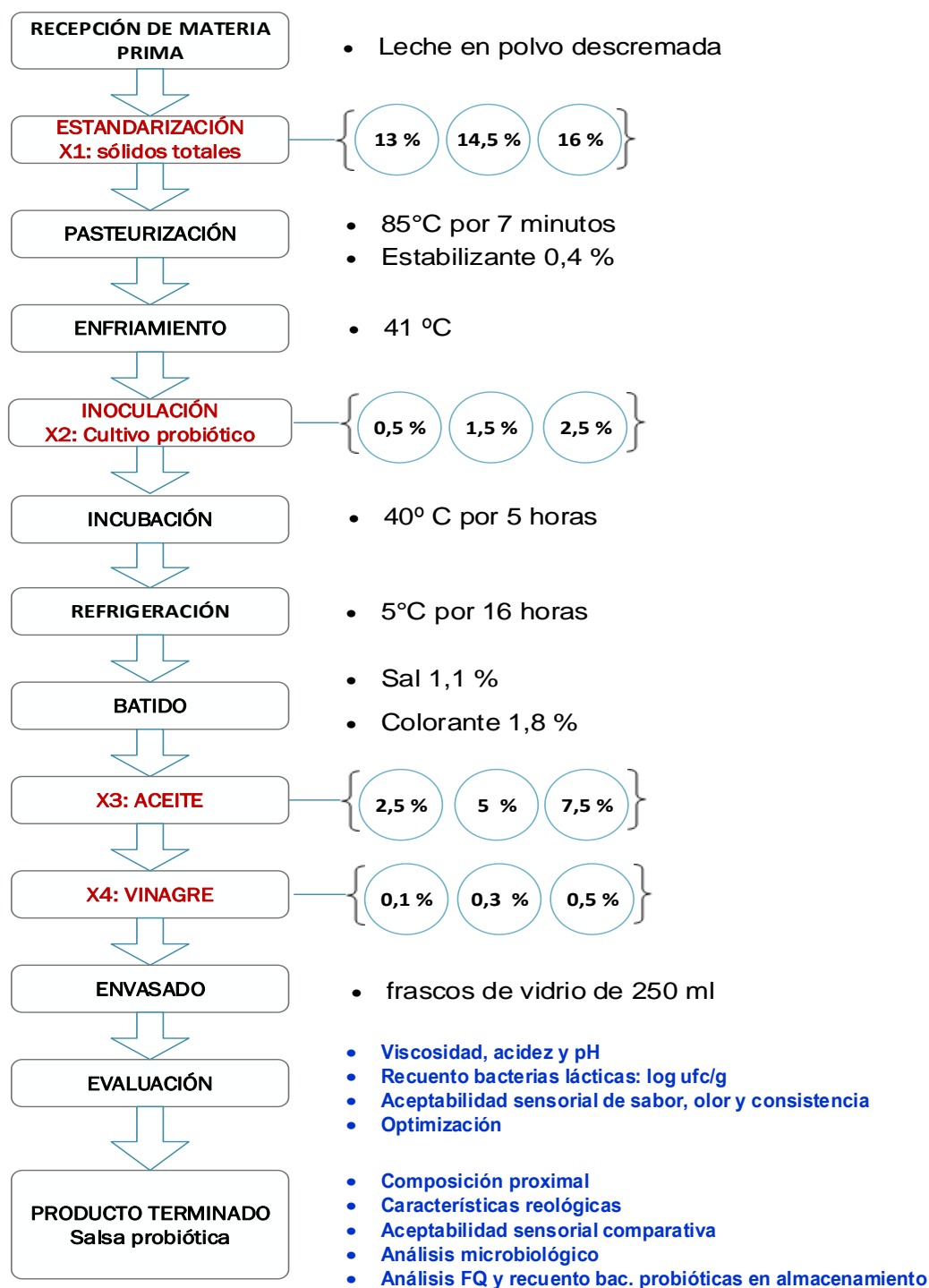


Figura 5. Principales etapas y controles realizados durante el desarrollo del diseño experimental

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Procedimiento de la investigación

Para estudiar los efectos de la concentración de leche en polvo (% p/v), cultivo probiótico (% v/v), vinagre (% v/v), aceite (% v/v) se selecciona específicamente el diseño de Draper-Lin Small Composite Design de Cara Centrada. Este diseño presenta un nivel de confiabilidad similar al del modelo factorial (incluyendo todas las interacciones entre variables) pero con un número de ensayos inferior, lo cual facilita hacer réplicas de los ensayos eliminando datos innecesarios y representa una ventaja en cuanto a costos de realización.

En el cuadro 1 se muestran los niveles codificados como -1 , 0 , $+1$ de la variable establecida. Los valores reales y amplitudes entre niveles de cada componente de la variable independiente fueron establecidos en base del marco teórico del presente trabajo. Y en el cuadro 2 presenta los valores reales y codificados del delineamiento Draper-Lin Small Composite Design de Cara Centrada compuesto de cuatro componentes con sus respectivos niveles de variación de la variable independiente.

Cuadro 1. Niveles de los componentes de la variable independiente estudiada en la elaboración de la salsa probiótica

Componentes	Niveles		
	-1	0	1
X1: Sólidos totales (% p/v)	13	14,5	16
X2: Cultivo probiótico (% v/v)	0,5	1,5	2,5
X3: aceite (% v/v)	2,5	5,0	7,5
X4: vinagre (% v/v)	0,1	0,3	0,5

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Delineamiento experimental Draper-Lin utilizado en la determinación de la formulación óptima de la salsa probiótica a partir de yogurt

T	Variable independiente							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	16	1	2,5	1	7,5	1	0,1	-1
2	16	1	2,5	1	2,5	-1	0,1	-1
3	16	1	0,5	-1	7,5	1	0,5	1
4	13	-1	2,5	1	2,5	-1	0,5	1
5	16	1	0,5	-1	2,5	-1	0,5	1
6	13	-1	0,5	-1	7,5	1	0,1	-1
7	13	-1	2,5	1	7,5	1	0,5	1
8	13	-1	0,5	-1	2,5	-1	0,1	-1
9	13	-1	1,5	0	5	0	0,3	0
10	16	1	1,5	0	5	0	0,3	0
11	14,5	0	0,5	-1	5	0	0,3	0
12	14,5	0	2,5	1	5	0	0,3	0
13	14,5	0	1,5	0	2,5	-1	0,3	0
14	14,5	0	1,5	0	7,5	1	0,3	0
15	14,5	0	1,5	0	5	0	0,1	-1
16	14,5	0	1,5	0	5	0	0,5	1
17 (C)	14,5	0	1,5	0	5	0	0,3	0
18 (C)	14,5	0	1,5	0	5	0	0,3	0
19 (C)	14,5	0	1,5	0	5	0	0,3	0

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Recolección de datos

Los datos fueron obtenidos de los respectivos análisis tanto físicoquímicos como microbiológicos, mientras que los resultados sensoriales se obtuvieron de los respectivos análisis sensoriales de los atributos del producto según la prueba hedónica aplicada.

4.3.6 Análisis de datos

Para el análisis de la variable independiente sobre las respuestas evaluadas, se empleó la metodología de superficie de respuesta. El promedio de datos de la variable respuesta fue tratado por análisis de regresión múltiple, para ajustar un modelo matemático conteniendo términos lineales, cuadráticos y de interacción.

Para el análisis de los coeficientes de los modelos se utilizó la prueba t-Student al 0,05 de nivel de significancia (Anexo 6). El efecto significativo de los modelos fue tratado por análisis de varianza con la ayuda de la prueba de F (Anexo 06), en ella se observó el grado de significación de la regresión y de la falta de ajuste al 0,05 de nivel de significancia. Villanueva (2002), afirma que para que el modelo pueda ser considerado predictivo y

describir determinada característica en la región analizada, debe presentar regresión significativa al nivel de 95 % de confianza, falta de ajuste no significativo en el mismo nivel de confianza y alto valor de coeficiente de determinación R^2 (próximo a 1 o 100 %).

En la optimización se aplicó el método de función deseada y que según Gutiérrez (2007), consiste en convertir el problema de optimización multivariado en un problema de optimización univariado a través de la deseabilidad global (DG) que es un índice que toma valores desde 0 (valor inaceptable) hasta 1 (valor máximo deseable). Para el procesamiento de los datos, según lo recomendado por Gutiérrez (2007), se utilizó el paquete Desig expert 7.

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Composición química proximal de la leche en polvo

El cuadro 3 muestra el cuadro comparativo de la composición de la materia prima utilizada como leche en polvo y reconstituida.

Cuadro 3. Resultados obtenidos del análisis químico proximal de la leche en polvo descremada y de la leche reconstituida

Componentes	Leche descremada en polvo (%)	Leche descremada reconstituida (%)
Proteínas (1)	36,00	5,22
Grasa	0,80	0,10
Carbohidratos(2) (lactosa)	51,94	7,53
Cenizas	7,40	1,07
Humedad	3,86	85,17

(1) N x 6,38; (2) Por diferencia

Fuente: Elaboración propia.

- Proteínas: El valor obtenido es de 36% para la leche en polvo descremada. Veisseyre (1980), indica un rango de 34 a 37% de proteínas; como puede apreciarse la cifra obtenida está dentro de los rangos especificados.
- Grasa: El resultado de grasa obtenida es de 0,8% para la leche en polvo descremada. La NTP. 202.005(1981), señala que debe

ser menor de 1,5%; lo cual nos indica que se cumple con la norma establecida.

- Carbohidratos: El contenido promedio encontrado es de 51,94% (correspondiente a la presencia de lactosa). Veisseyre (1980), indica un rango de 50 a 52% de lactosa; como puede observarse los resultados obtenidos está dentro de los límites indicados.
- Cenizas: Se obtuvo 7,40 % para la leche descremada en polvo. La NTP 202.005(1981), indica que su contenido debe ser hasta un máximo de 9,0 % de cenizas.
- Humedad: El resultado de humedad fue de 3,86 % para la leche descremada en polvo. Veisseyre (1980), indica un rango de 3,5-4 % de humedad y la NTP. 202.005(1981) un máximo de 5%; datos que tienen relación con el resultado obtenido.

5.2 Efecto en la viscosidad, acidez total, pH y recuento bacteriano

Los resultados experimentales obtenidos en la elaboración de la salsa probiótica evaluada a través de sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos según diseño experimental Draper- Lin y resultados experimentales fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en la elaboración de la salsa probiótica

T	Variable independiente				Variable dependiente			
	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4
1	16	2,5	7,5	0,1	33000	1,200	4,8	6,602
2	16	2,5	2,5	0,1	33400	1,140	4,79	7,301
3	16	0,5	7,5	0,5	27000	1,065	4,8	5,991
4	13	2,5	2,5	0,5	13500	0,935	4,15	6,699
5	16	0,5	2,5	0,5	24400	1,174	4,85	6,845
6	13	0,5	7,5	0,1	15300	0,900	4,3	6,000
7	13	2,5	7,5	0,5	16500	0,913	4,3	6,699
8	13	0,5	2,5	0,1	14000	0,955	4,4	5,903
9	13	1,5	5	0,3	17000	0,92	4,4	6,699
10	16	1,5	5	0,3	33600	1,02	4,8	6,699
11	14,5	0,5	5	0,3	24000	1,085	4,86	8,000
12	14,5	2,5	5	0,3	30000	1,092	4,82	7,000
13	14,5	1,5	2,5	0,3	32300	1,095	4,82	7,000
14	14,5	1,5	7,5	0,3	36000	1,071	4,79	6,954
15	14,5	1,5	5	0,1	20000	0,958	4,85	6,699
16	14,5	1,5	5	0,5	20500	0,983	4,86	6,602
17 (C)	14,5	1,5	5	0,3	25000	1,011	4,9	7,000
18 (C)	14,5	1,5	5	0,3	26200	1,001	4,86	7,000
19 (C)	14,5	1,5	5	0,3	25500	1,009	4,88	7,114

T = Tratamientos

X1 = Sólidos Totales %

Y1 = Viscosidad (cp)

X2 = Cultivo Probiótico %

Y2 = Acidez

X3 = Aceite %

Y3 = pH

X4 = Vinagre %

Y4 = log (ufc/g)

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Efecto en la viscosidad

Según la figura 6, se verifica que los componentes de la variable independiente menos importantes en la variabilidad de la viscosidad de la salsa probiótica, fueron las concentraciones de aceite (X_3) y vinagre (X_4).

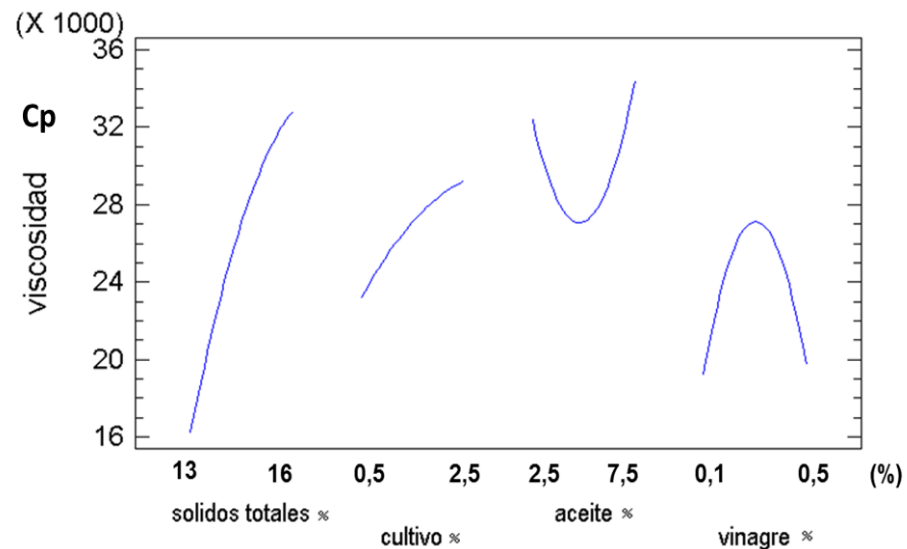


Figura 6. Tendencia de los efectos principales para la viscosidad
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de regresión predictiva útil para graficar las curvas de nivel y superficie de respuesta de la viscosidad es:

$$Y_{\text{VISCOSIDAD}} = -250957 + 35905,53 X_1 - 1141,28 X_1^2 - 15248,42 X_2 - 867,886 X_2^2 - 8883,38 X_3 + 1005,14 X_3^2 + 52091,21 X_4 - 190447,15 X_4^2 + 1358,33 X_1 X_2 - 70 X_1 X_3 + 3458,33 X_1 X_4 - 65 X_2 X_3 + 4937,5 X_2 X_4 + 1175 X_3 X_4$$

En el anexo 7, se muestra el análisis de varianza relativo al modelo matemático de regresión, que estudia la relación de los componentes de la variable independiente: sólidos totales, cultivo probiótico, aceite y vinagre sobre la viscosidad de la salsa probiótica. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,9846$) muestra que el 98,46 % de la variación de la viscosidad es explicada por los componentes de la variable independiente, el modelo presenta regresión significativa al nivel de 95 % de confianza con una falta de ajuste no significativa esto permite el uso del modelo matemático hallado para determinar valores de viscosidad dentro del rango de estudio de la salsa elaborada a nivel de laboratorio.

La figura 7, del diagrama de curvas de nivel correspondiente al modelo de regresión hallado muestra las variaciones de la viscosidad y se observa que la región de máxima respuesta se alcanza con altas concentraciones de sólidos totales y cultivo probiótico localizándose un punto máximo que es de 36977,6 centipoises. También se observa la diferencia de viscosidad con respecto a los sólidos totales en comparación con el cultivo probiótico.

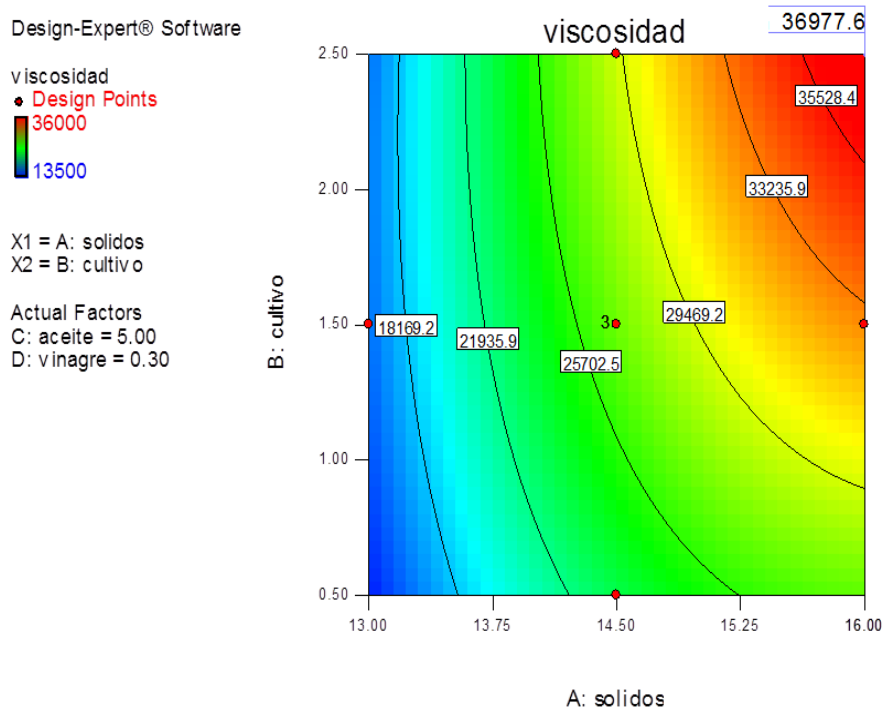


Figura 7. Curvas de nivel mostrando el efecto de los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la viscosidad, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Efecto en la acidez

Como se muestra en la Figura 8, de los efectos principales para la acidez total, el componente más importante de la variable independiente resultó ser los sólidos totales, debido a que presenta una notoria pendiente positiva con respecto a las demás variables.

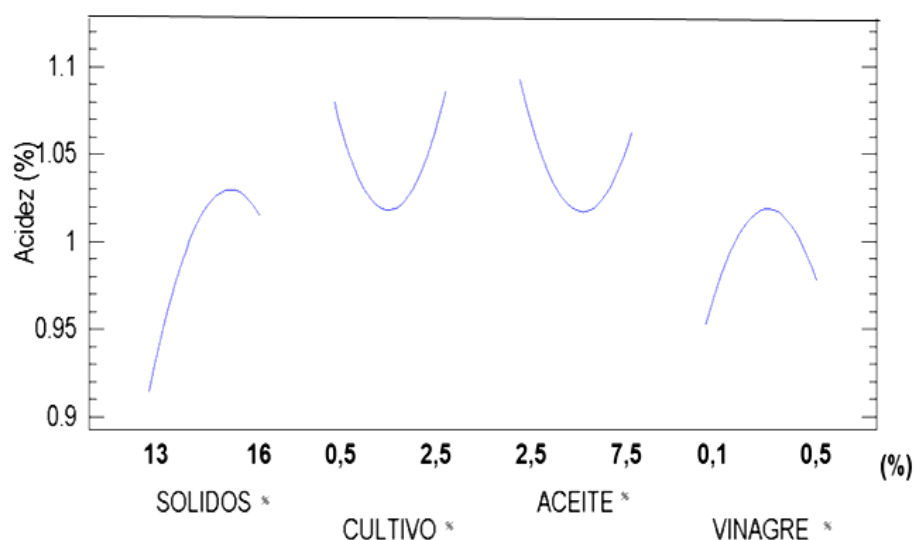


Figura 8. Tendencia de los efectos principales para la acidez
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de predicción de la acidez resultante es:

$$Y_{ACIDEZ} = -3,959 + 0,698 X_1 - 0,024 X_1^2 - 0,4046 X_2 + 0,065 X_2^2 - 0,12 X_3 - 0,00955 X_3^2 + 1,869756 X_4 - 1,320 X_4^2 + 0,0173 X_1.X_2 + 0,00093 X_1.X_3 - 0,0275 X_1.X_4 + 0,0101 X_2.X_3 - 0,2975 X_2.X_4 - 0,034 X_3.X_4$$

Con el análisis de varianza del anexo 8, se comprueba que el modelo hallado resultó altamente significativo (P valor = 0,0006 < 0,05) y con la falta de ajuste no significativo (P valor = 0,0818 > 0,05), en consecuencia se concluye que el modelo matemático descrito representa adecuadamente los datos experimentales y no requiere de

la exclusión de los coeficientes hallados. Asimismo el valor del coeficiente de determinación múltiple (R^2) que es de 0,9952 (99,52 %) indica un buen ajuste de los datos experimentales; estos resultados permiten afirmar que el modelo es estadísticamente significativo y predictivo para explicar la variabilidad de la acidez en la salsa probiótica a escala de laboratorio y sirve para construir los gráficos de curvas de nivel.

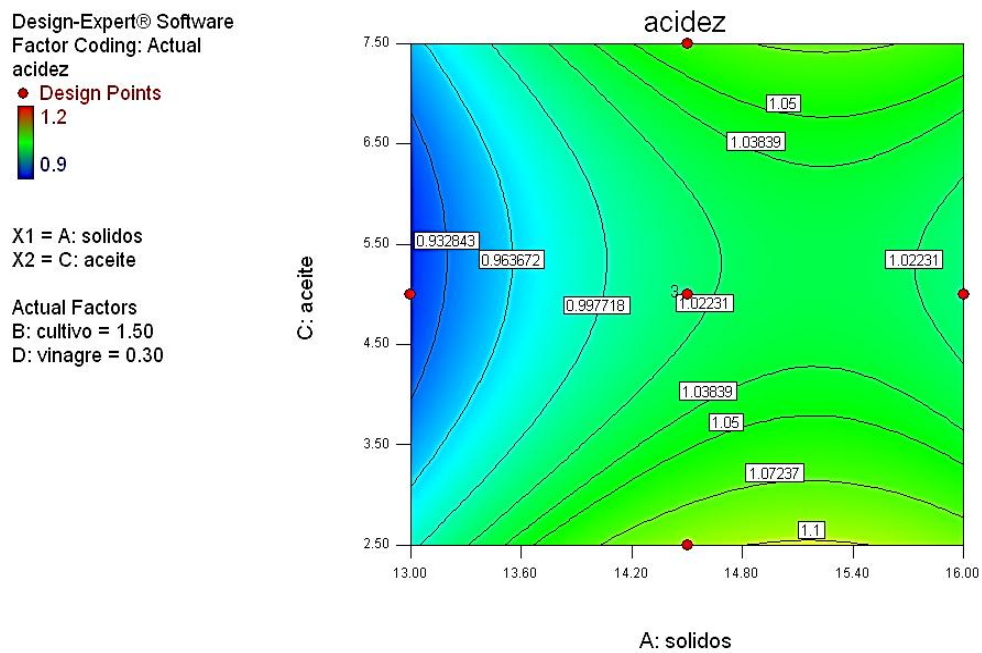


Figura 9. Curvas de nivel mostrando el efecto los sólidos totales y la concentración de aceite, sobre la variabilidad de la acidez, a nivel fijo de 1,5% de cultivo probiótico y 0,3 % de vinagre

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos reportan valores superiores a 0,9 %

de acidez expresado como ácido láctico, tal como se muestra en la Figura 9, lo que se concluye que los recuentos bacterianos cumplen con la NTP 202.092 (1990), donde indica un 0,8% como mínimo con respecto al nivel de acidez. El ácido láctico, es el principal componente del aroma y sabor del yogurt; la cantidad en la que se encuentra presente determina la aceptabilidad del producto, ya que si se produce en exceso, se altera el aroma y sabor (Varnan y Sutherland, 1995).

Además estos niveles son una buena indicación de la actividad del cultivo stárter. Por tanto, la determinación de la acidez es un parámetro importante para la producción (Tamine y Robinson, 1991).

De esto se concluye que los diferentes tratamientos fueron llevados a cabo en buenas condiciones tecnológicas.

5.2.3 Efecto en el pH

La figura 10, muestra las pendientes de los componentes de la variable independiente en sus respectivos rangos de estudio y muestra que las menos importantes en la variabilidad del pH, fueron el cultivo (X_2), aceite (X_3) y vinagre (X_4).

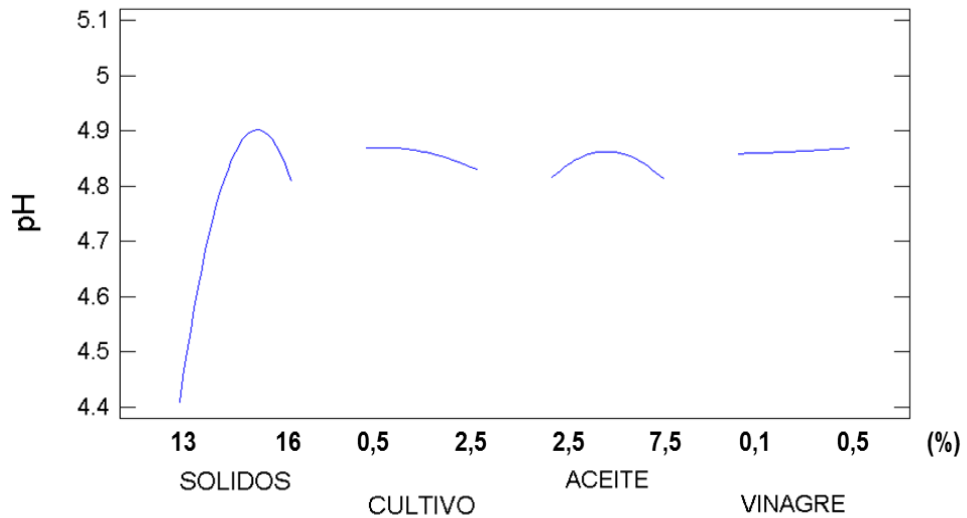


Figura 10. Tendencia de los efectos principales para el pH
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de predicción del pH resultante es:

$$Y_{pH} = -20,4858 + 3,375 X_1 - 0,1129 X_1^2 - 0,241468 X_2 - 0,014 X_2^2 + 0,0836 X_3 - 0,0078 X_3^2 - 0,674 X_4 + 0,02439 X_4^2 + 0,019 X_1 X_2 - 0,003 X_1 X_3 + 0,0625 X_1 X_4 + 0,0155 X_2 X_3 - 0,30625 X_2 X_4 + 0,0475 X_3 X_4$$

Se realizó el análisis de varianza como se muestra en el anexo 9, para comprobar si el modelo hallado ajusta adecuadamente a los datos experimentales; se aplicó el criterio de falta de ajuste. Se concluye que los coeficientes de modelo matemático hallado representan adecuadamente a los datos experimentales. El valor del coeficiente de determinación múltiple

(R^2) fue de 0,9974 (un 99,74 %) por lo tanto estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo es estadísticamente significativo para calcular valores de pH en la región estudiada, en la elaboración de la salsa probiótica a escala de laboratorio

Los valores de pH ajustados por el modelo matemático completo, tal como se muestra en la Figura 11, coinciden con lo expresado por Tamime y Robinson (1991) que dicen: la relación entre la acidez titulable y el pH en un sistema tamponado como es el yogurt no es directa.

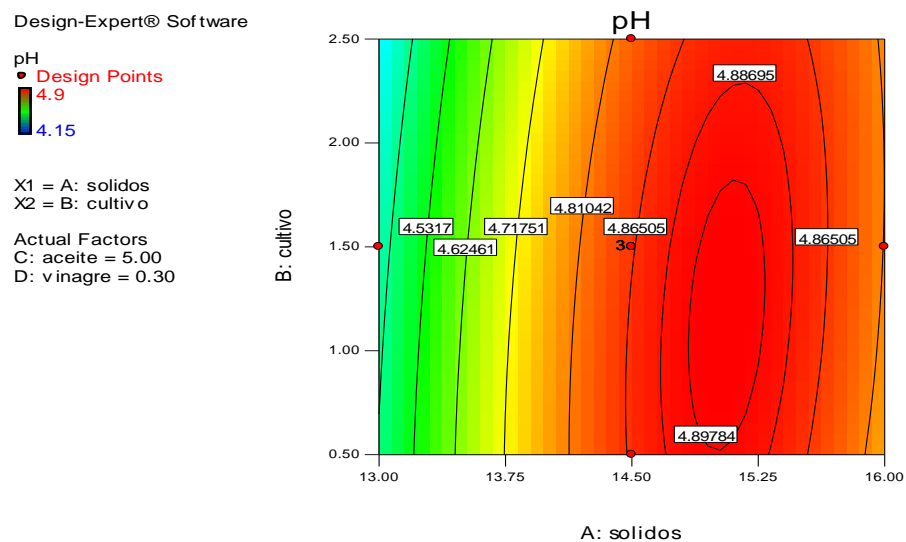


Figura 11. Curvas de nivel mostrando el efecto de los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la variabilidad del pH, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre

Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Efecto en la cantidad de bacterias probióticas, expresado en $\log(\text{ufc/g})$

En la figura 12 se observa que los componentes de la variable independiente menos importantes para el estudio de la variabilidad del crecimiento de las bacterias probióticas expresado como logaritmo de las ufc/g son los sólidos totales (X1) y concentración de vinagre (X4).

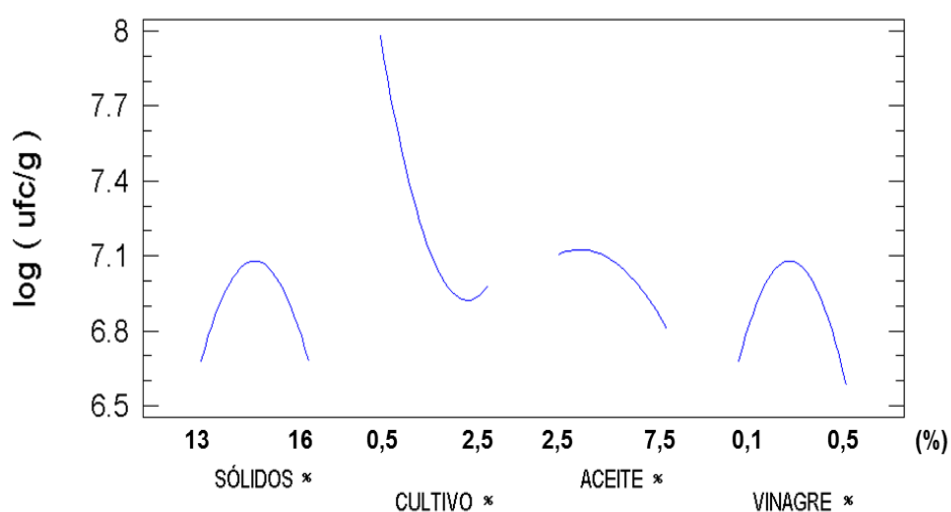


Figura 12. Tendencia de los efectos principales para la cantidad de bacterias probióticas
Fuente: Elaboración propia

Posiblemente el yogurt de mejor calidad se obtiene a partir de leche con un extracto seco total del 15 a 16 %, debiendo destacar que la mayor parte de los yogures comerciales contienen un extracto seco total de un 14 a un 15%. Un extracto seco total de la

mezcla destinada a la producción de yogurt superior al 25 % puede determinar una disminución de la cantidad de agua disponible para el crecimiento de los cultivos starter, lo cual puede dar lugar a una inhibición de su actividad (Tamime, 1991).

La ecuación de predicción de la cantidad de bacterias es:

$$Y_{ucf/g} = -47,582 + 6,34977X_1 - 0,1777 X_1^2 - 0,4629 X_2 + 0,40 X_2^2 + 0,946445852 X_3 - 0,01945968 X_3^2 + 47,7875 X_4 - 11,2 X_4^2 - 0,067977 X_1X_2 - 0,05499 X_1X_3 - 2,734 X_1X_4 + 0,0028996 X_2X_3 - 0,89899 X_2X_4 - 0,063 X_3X_4$$

En el anexo 10, se encuentra el análisis de varianza relativo al modelo matemático hallado, que estudia el efecto de los componentes la variable independiente: sólidos totales, cultivo probiótico, aceite y vinagre en el recuento de bacterias probióticas de la salsa. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,9863$) explica el 98,63 % de la variación del contenido del recuento del bacterias con respecto a los componentes de la variable independiente, una regresión significativa y con la falta de ajuste no significativa, permiten la utilización del modelo matemático para el estudio del recuento de bacterias probióticas en la salsa elaborada.

En las figura 13, se muestra el efecto combinado de los sólidos totales y cultivo probiótico en el recuento final de bacterias probióticas presentes en la salsa, de ello se muestra que para conseguir altos recuentos bacterianos se debe dosificar los sólidos en un rango de 14% a 15,5% y con una concentración de cultivo probiótico de 0,5% a 0,7 %. Es decir que altos niveles de sólidos totales disminuye la actividad de agua, inhibiendo el crecimiento de las bacterias probióticas presentes en el producto.

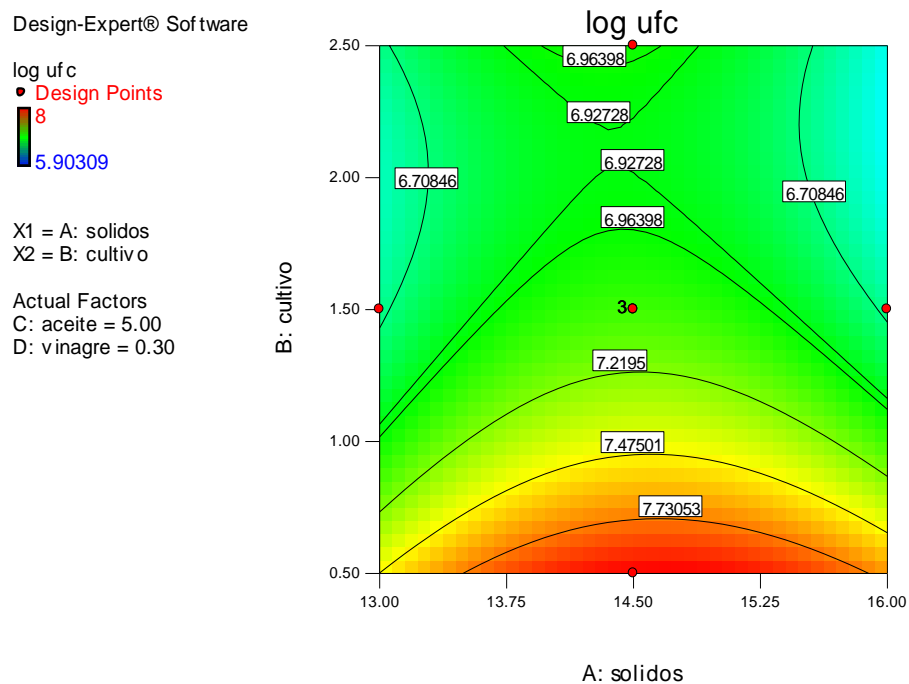


Figura 13. Curvas de nivel mostrando el efecto sólidos totales y cultivo probiótico sobre la cantidad final de bacterias probióticas, a nivel fijo de concentración de aceite 5% y de vinagre 0,3 %.

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Optimización fisicoquímica y microbiológica

Para la optimización se tomaron las siguientes restricciones:

- Variable independiente: mantener en rango de estudio a los componentes (sólidos totales, cultivo probiótico, concentración de vinagre y la concentración de aceite).
- Variable dependiente (características de la calidad de la salsa): mantener fijo el pH=4,5, se obvió la viscosidad, se minimizó la acidez y se maximizó el recuento de bacterias probióticas.

Aplicando la metodología de la función deseada mediante el paquete estadístico Design-Expert 7.0 se obtuvo la siguiente solución tal como se muestra en el cuadro 5:

Cuadro 5. Optimización numérica de los factores en estudio para el proceso elaboración de la salsa probiótica a partir de yogurt

Factores	Criterio	Límite inferior	Limite Superior	Combinación Optima
x1: sólidos	en rango	13	16	13,08
x2: cultivo	en rango	0,5	2,5	0,76
x3: aceite	en rango	2,5	7,5	5,82
x4: vinagre	en rango	0,1	0,5	0,50
Y1: viscosidad	ninguno	-	-	-
y2: acidez	mínimo	0,9	1,2	0,97
Y3: pH	fijo = 4,5	4,15	4,9	4,50
Y4: log ufc/g	maximizar	5,90	8	7,64
Deseabilidad global (DG)				0,85

Fuente: Elaboración propia

La figura 14, de curva de nivel de la función deseada, muestra la combinación del mejor tratamiento con los niveles de 13,08 % para sólidos totales; 0,76 % del cultivo starter liofilizado; 5,82 % para el aceite y 0,5 % para el vinagre de vino que caracterizan el proceso de elaboración de la salsa según las características fisicoquímica y/o microbiológica.

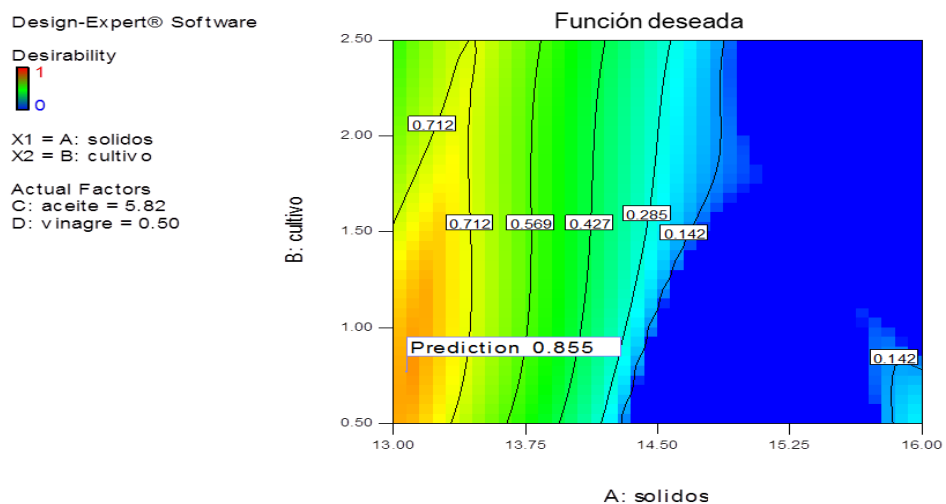


Figura 14. Curvas de nivel para la optimización fisicoquímica - microbiológica de la salsa probiótica a partir de yogurt
 Fuente: Elaboración propia

5.3 Efecto en la aceptabilidad sensorial (sabor, olor y consistencia)

Se eligieron los niveles de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre como niveles fijos por sus escasas significancias resultantes en el análisis fisicoquímico y microbiológicos, por tanto serán los referentes para las siguientes evaluaciones sensoriales

complementarias a fin de conocer el efecto de los otros factores en estudio (X_1) y (X_2). El cuadro 6, muestra los resultados de la evaluación sensorial efectuada a través de la prueba hedónica de 9 puntos.

Cuadro 6. Resultados del análisis sensorial de la salsa probiótica según Diseño Draper- Lin

T	Variable independiente				Variable dependiente		
	X1	X2	X3	X4	Y5	Y6	Y7
1	16	2,5	7,5	0,1	6,34	5,00	7,00
2	16	2,5	2,5	0,1	6,00	5,60	7,30
3	16	0,5	7,5	0,5	6,60	5,60	6,60
4	13	2,5	2,5	0,5	4,00	4,00	5,70
5	16	0,5	2,5	0,5	6,60	6,00	7,40
6	13	0,5	7,5	0,1	4,00	4,00	6,00
7	13	2,5	7,5	0,5	6,00	5,00	7,00
8	13	0,5	2,5	0,1	5,00	5,00	6,80
9	13	1,5	5	0,3	5,00	5,00	6,20
10	16	1,5	5	0,3	5,00	5,60	7,20
11	14,5	0,5	5	0,3	5,60	6,00	6,20
12	14,5	2,5	5	0,3	6,00	6,00	7,50
13	14,5	1,5	2,5	0,3	6,00	6,80	8,10
14	14,5	1,5	7,5	0,3	6,80	6,80	8,20
15	14,5	1,5	5	0,1	6,00	6,00	6,10
16	14,5	1,5	5	0,5	6,00	6,00	6,10
17 (C)	14,5	1,5	5	0,3	6,00	7,00	7,30
18 (C)	14,5	1,5	5	0,3	6,00	6,80	7,30
19 (C)	14,5	1,5	5	0,3	6,40	6,80	7,00

T = Tratamientos

X1: Sólidos Totales %

X2: Cultivo Probiótico %

X3: Aceite %

X4: Vinagre %

Fuente: Elaboración propia

Y5: Sabor

Y6: Olor,

Y7: Consistencia

5.3.1 Efecto en el atributo sabor

Según el anexo 11, se realizó el análisis de coeficientes y de varianza para comprobar si el modelo hallado representa adecuadamente los datos experimentales.

La ecuación de predicción de la aceptabilidad del sabor es:

$$Y_{sabor} = -79,64 + 11,87 X_1 - 0,403866 X_1^2 + 3,1648 X_2 - 0,1087 X_2^2 - 0,831 X_3 + 0,0786 X_3^2 - 7,384 X_4 + 2,2825 X_4^2 - 0,155 X_1 X_2 - 0,022 X_1 X_3 + 0,6083 X_1 X_4 + 0,167 X_2 X_3 - 4,0875 X_2 X_4 + 0,665 X_3 X_4$$

Se concluye que el modelo matemático hallado representa adecuadamente los datos experimentales. El valor del coeficiente de determinación múltiple (R^2) fue de 0,9736 (un 97,36 %); estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo es estadísticamente significativo y predictivos para la variabilidad del sabor en la elaboración de la salsa probiótica a escala de laboratorio. La figura 15, destaca la importancia de los componentes de la variable independiente: sólidos totales y cultivo probiótico en la variabilidad del sabor, del cual se puede afirmar que la tendencia a obtener una salsa con mayor calificación del sabor, se da cuando se trabaja con un nivel máximo de cultivo probiótico y un rango de sólidos totales entre 13,8% y 14,7% para

una calificación en la escala hedónica de 6 es decir “agradable”.

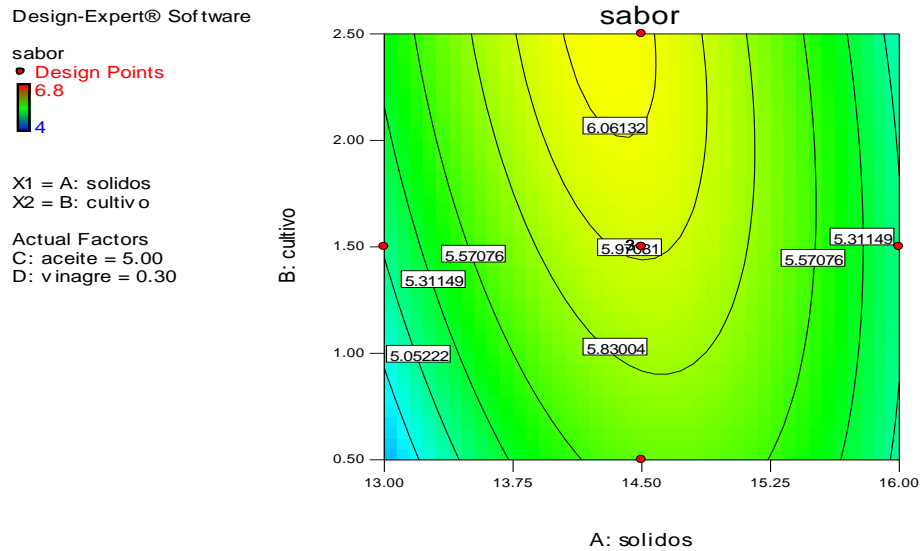


Figura 15. Curvas de nivel mostrando el efecto de los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la variabilidad del sabor, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Efecto en el atributo olor

La ecuación de predicción de la aceptabilidad del olor es:

$$Y_{OLOR} = -102,6147 + 15 X_1 - 0,5 X_1^2 + 2,4 X_2 - 0,4 X_2^2 - 0,4641 X_3 + 0,0607 X_3^2 - 0,8 X_4 - 10,51 X_4^2 - 0,1 X_1 X_2 - 0,0333 X_1 X_3 + 0,417 X_1 X_4 + 0,09 X_2 X_3 - 1,1 X_2 X_4 + 0,55 X_3 X_4$$

En el anexo 12, se muestran los coeficientes y el análisis de varianza donde se comprueba si el modelo hallado representa adecuadamente los datos experimentales. Se concluye que el modelo matemático hallado representa adecuadamente los datos

experimentales. El valor del coeficiente de determinación múltiple (R^2) fue de 0,9657 (un 96,57 %). Estos resultados afirman que el modelo es estadísticamente significativo y predictivos para la variabilidad del olor en la elaboración de la salsa probiótica a escala de laboratorio. Como se muestra en la figura 16, la región que maximiza el olor será cuando se trabaje con dosis de concentración de sólidos totales y de la concentración de cultivo probiótico muy cercanos a sus niveles centrales y califica al olor con un valor mayor 6,60 (que oscila entre agradable y bastante agradable).

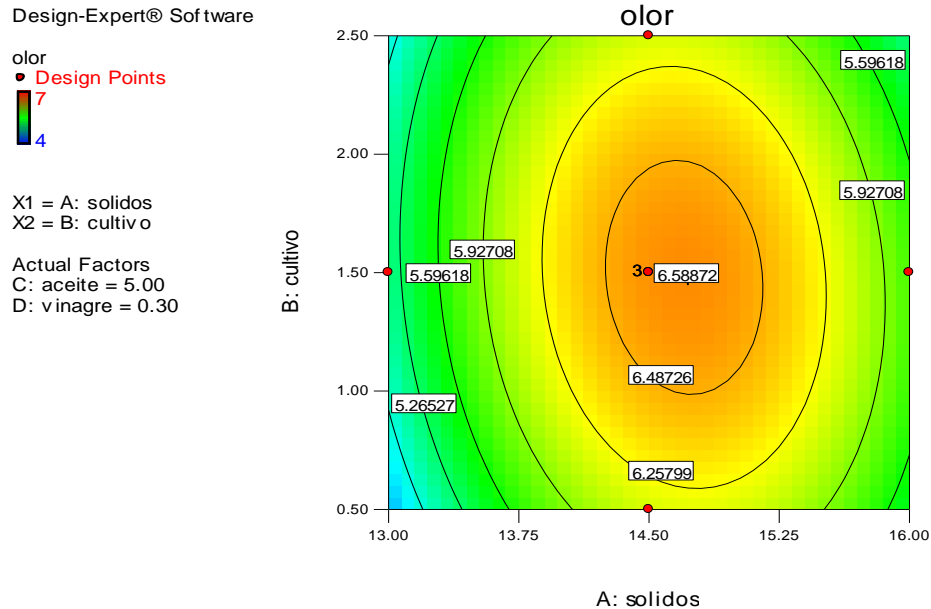


Figura 16. Curvas de nivel mostrando el efecto los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la variabilidad del olor, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3% de vinagre
 Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Efecto en el atributo consistencia

La ecuación de predicción de la aceptabilidad de la consistencia:

$$Y_{CONSISTENCIA} = -21,29 + 4,38896 X_1 - 0,15393 X_1^2 - 0,11931 X_2 - 0,1963 X_2^2 - 1,3275 X_3 + 0,1766 X_3^2 - 19,138 X_4 - 23,6585 X_4^2 + 0,0333 X_1 X_2 - 0,0533 X_1 X_3 + 2,083 X_1 X_4 + 0,13 X_2 X_3 + 0,75 X_2 X_4 + 0,4 X_3 X_4$$

Asimismo en el anexo No 13, se realizó el análisis de coeficientes y varianza y se concluye que los coeficientes del modelo matemático hallado representan adecuadamente los datos experimentales además el valor del coeficiente de determinación múltiple (R^2) fue de 0,9845 (98,45 %).

Estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo es estadísticamente significativo y predictivos para la variabilidad de la consistencia en la elaboración de la salsa probiótica a escala de laboratorio. La Figura 17, muestra que de la misma manera que en lo ocurrido con la viscosidad que el mayor valor de aceptabilidad para la consistencia de 7,7 es decir bastante agradable y se consigue a niveles máximos de sólidos totales y cultivo probiótico.

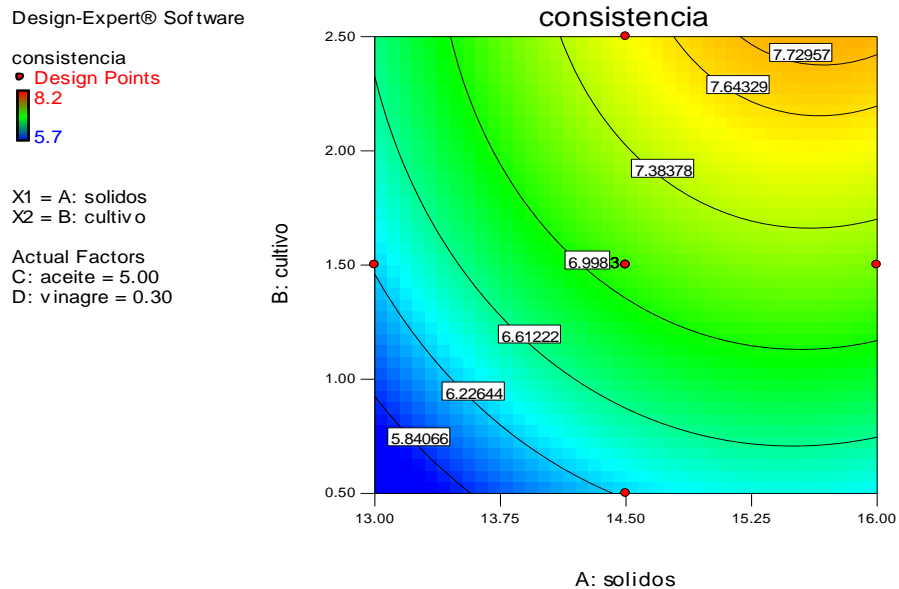


Figura 17. Curvas de nivel mostrando el efecto los sólidos totales y concentración de cultivo probiótico, sobre la consistencia, a nivel fijo de 5 % de aceite y 0,3 % de vinagre

Fuente: Elaboración propia

5.4 Optimización de los atributos sensoriales

Para la optimización de las variables respuesta de aceptabilidad sensorial se tomaron las siguientes restricciones:

- Factores: mantener en rango de estudio a los sólidos totales, cultivo probiótico, concentración de vinagre y concentración de aceite.
- Variable respuesta: Maximizar las propiedades de sabor, olor y consistencia.

Aplicando la metodología de la función deseada se obtuvo la siguiente solución mostrada en el cuadro 7.

Cuadro 7. Optimización numérica de los factores en estudio para el proceso elaboración de la salsa probiótica a partir de yogurt

Factores	Criterios	Límite Inferior	Límite Superior	Combinación optima
X1:sólidos totales	en rango	13	16	14,63
X2: cultivo	en rango	0,5	2,5	1,67
X3: aceite	en rango	2,5	7,5	7,50
X4: vinagre	en rango	0,1	0,5	0,36
Y5: sabor	maximizar	4	6,8	6,84
Y6: olor	maximizar	4	7	6,92
Y7: consistencia	maximizar	5,7	8,2	8,34
Deseabilidad global (DG)				0,991

Fuente: Elaboración propia

La figura 18, de curva de nivel de la función deseada, muestra la combinación del mejor tratamiento que bajo los niveles de 14,63 % para los sólidos totales; 1,67 % para el cultivo starter liofilizado; 7,5 % para el aceite y 0,36 % para el vinagre de vino que caracterizan el proceso de elaboración de la salsa según las características sensoriales.

Con estos resultados se realizó el estudio comparativo con los obtenidos en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en función al recuento de bacterias probióticas.

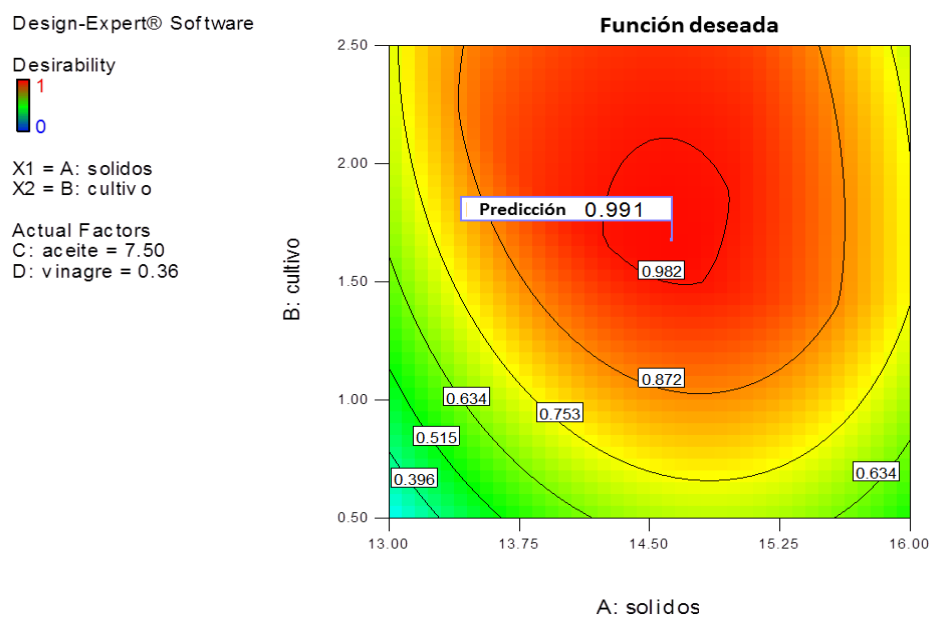


Figura 18. Curvas de nivel para la optimización de los atributos sensoriales de la salsa probiótica a partir de yogurt
Fuente: Elaboración propia

5.5 Estudio comparativo de los tratamientos optimizados

Una vez concluidos los estudios de los efectos de los componentes de la variable independiente y su relación con la variable dependiente, se realizó un estudio comparativo entre los tratamientos óptimos, como se indica en el cuadro 8: fisicoquímicos y microbiológicos (T1) y aceptabilidad sensorial (T2).

Cuadro 8. Comparación fisicoquímico microbiológico y sensorial de las muestras de mejores condiciones

Factor	Niveles		Óptimos	
	inferior	superior	Fisicoquímico Microbiológico (T1)	Aceptabilidad sensorial (T2)
X1:Sólidos totales (% p/v)	13	16	13,08	14,63
X2:Cultivo probiótico (% p/v)	0,5	2,5	0,76	1,67
X3:Aceite (% v/v)	2,5	7,5	5,82	7,5
X4:Vinagre (% v/v)	0,1	0,5	0,5	0,36
pH			4,5	4,7
Acidez (% p/p)			0,97	1,05
Viscosidad (cp)			12968	35200
Recuento (ufc/g)			4,32X10 ⁷	4,14x10 ⁶

Fuente: Elaboración propia

5.5.1 Evaluación sensorial de los tratamientos optimizados

Con una muestra comercial de mayonesa que se expende en el mercado (PATRON) y las muestras óptimas (cuadro 9), se realizó una prueba sensorial de comparación múltiple (cuadro 10) a fin de determinar cuál de los tres tratamientos presentaban las mejores condiciones para el consumidor. Cada uno de los experimentos fue evaluado gustativamente por 15 panelistas semi entrenados mediante una ficha de evaluación sensorial que se

muestra en el anexo 3. En las pruebas sensoriales se utilizó la prueba descriptiva cuantitativa Hedónica con calificación de escalas de intervalo 1 a 9 puntos. En ésta, cada panelista dentro de la ficha de análisis sensorial, anotó en una escala ordinaria desde 1 (extremadamente desagradable) hasta 9 (extremadamente agradable).

Cuadro 9. Muestras seleccionadas para evaluación definitiva en la formulación de la salsa probiótica

Tratamiento	Sólidos totales	Cultivo probiótico	Aceite	Vinagre
Patrón				
T1	13,14	1,11	5,72	0,5
T2	14,63	1,67	7,5	0,36

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Evaluación sensorial con panelistas semi entrenados para la determinación del tratamiento de mejores condiciones

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Evaluación sensorial de muestras: seleccionadas y comercial

Juez	Olor			Sabor			Consistencia			Apariencia gral		
	patrón	T 1	T 2	patrón	T 1	T 2	patrón	T 1	T 2	patrón	T 1	T 2
J1	5	6	7	5	6	7	6	4	5	7	6	4
J2	5	6	7	5	5	3	3	6	5	3	5	8
J3	5	5	6	7	6	7	6	7	6	6	5	7
J4	6	8	8	7	6	6	7	8	7	9	8	8
J5	8	8	7	8	6	8	8	5	6	5	5	7
J6	7	3	5	8	5	6	7	8	7	4	6	7
J7	7	7	8	6	5	5	8	4	9	8	8	9
J8	7	4	4	6	3	4	9	4	4	8	6	6
J9	6	5	4	7	4	6	4	6	6	7	8	8
J10	4	6	6	5	5	7	6	3	6	6	3	5
J11	7	8	6	6	5	7	8	8	7	8	7	5
J12	7	6	7	6	7	8	6	7	5	6	8	5
J13	7	6	8	6	4	6	7	4	6	6	6	8
J14	2	6	7	1	6	6	8	7	7	4	8	8
J15	6	5	5	5	4	4	6	6	6	6	7	7
media	5,93	5,93	6,33	5,87	5,13	6	6,6	5,8	6,13	6,2	6,4	6,8

Fuente: Elaboración propia

Del resultado del análisis sensorial del olor, sabor, consistencia y apariencia general y el respectivo análisis estadístico desarrollado (Anexo 14), resultó que tanto los tratamientos como los jueces no presentan diferencia significativa, esto se comprueba en la Figura 20, donde cada tratamiento muestra como sus amplitudes de dispersión no llegan a distanciarse unos de otros, demostrando que no existe diferencia sensorial entre los tratamientos optimizados. Sin embargo el tratamiento óptimo sensorial T2 resultó ser el más aceptado por los panelistas en cuanto al olor (6,33), sabor (6,0) y

apariciencia general (6,8). Siendo la consistencia del tratamiento patrón (6,6) el más aceptado por los panelistas.

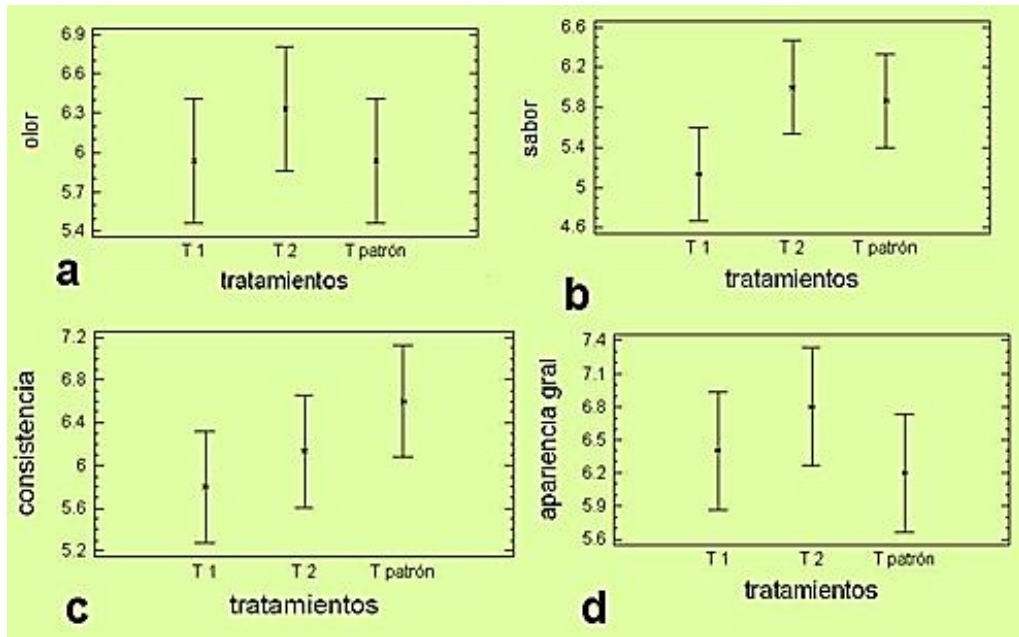


Figura 20. Nivel de dispersión de la aceptabilidad sensorial para la determinación del tratamiento de mejores condiciones

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 12, se observa el resumen de los resultados obtenidos del análisis sensorial realizado para efecto de una mejor comparación.

Cuadro 11. Resultado del análisis sensorial para los diferentes atributos en la determinación del tratamiento de mejores condiciones

Atributo	T patrón	T 1	T 2
Olor	5,93	5,93	6,33
Sabor	5,87	5,13	6,00
Consistencia	6,60	5,80	6,13
Apariciencia general	6,20	6,40	6,80

Fuente: Elaboración propia

La figura 21, muestra gráficamente las comparaciones registradas de la aceptabilidad sensorial según las muestras evaluadas. Donde se confirma que la muestra optima sensorial presenta mejor apariencia que la muestra patrón y la muestra de salsa óptima fisicoquímico-microbiológica.

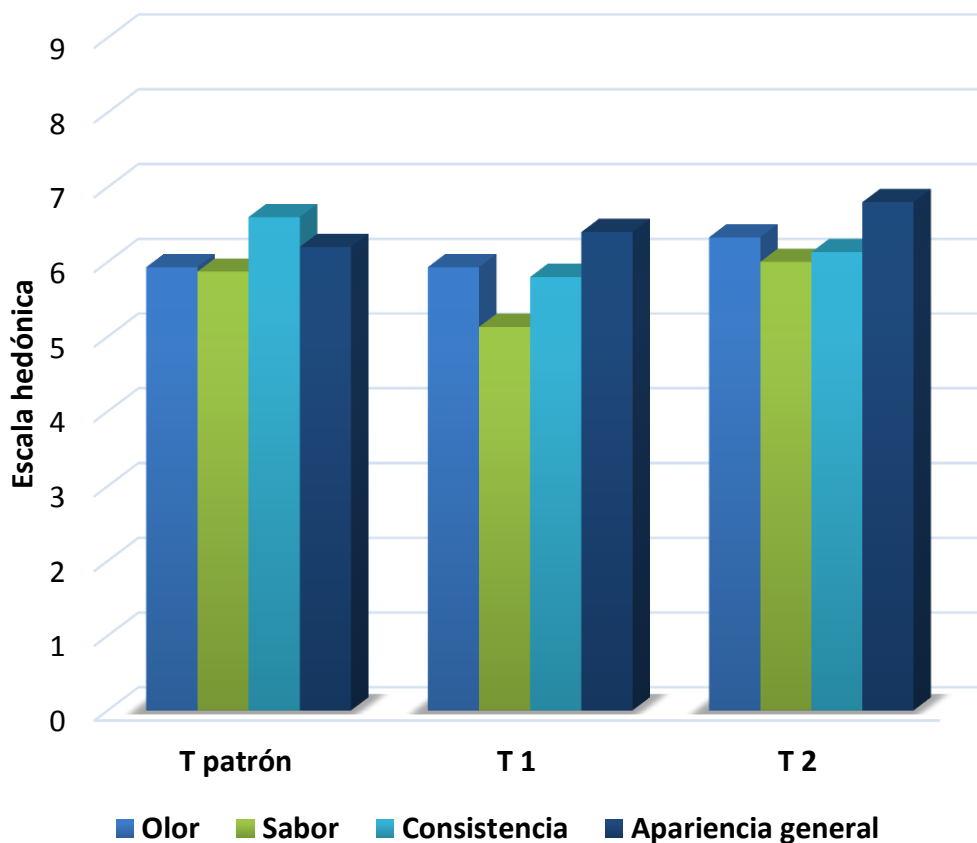


Figura 21. Comparación de los promedios para la determinación de los tratamientos de mejores condiciones
Fuente: Elaboración propia

5.6 Producto terminado: salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt

5.6.1 Análisis proximal de la salsa probiótica y comparación con mayonesa comercial

En el cuadro 12, se presenta la comparación de la composición físico-química de la salsa probiótica a partir de yogurt con una mayonesa comercial.

Cuadro 12. Composición físico-química de la salsa probiótica y mayonesa comercial

Componentes	Salsa probiótica	Mayonesa comercial
Proteínas	4,50	1,50
Grasa	7,30	78,30
Carbohidratos	6,80	2,10
Cenizas	1,73	2,10
Humedad	79,67	16,00
Viscosidad aparente (cp)	35200	82000
pH	4,70	3,20

Fuente: Elaboración propia

Comparaciones realizadas entre los constituyentes de ambos productos según el Cuadro 12, se observa que el valor obtenido de 1,5% de proteínas y 78,3% de grasa en la mayonesa comercial; en

cuanto al contenido graso de la salsa probiótica es de 7,30 % bastante menor que la mayonesa comercial y 4,5% de proteínas en la salsa probiótica, lo que resulta favorable para el producto obtenido.

5.5.1 Análisis microbiológico de la salsa probiótica

Una vez obtenido el producto, se hizo la determinación de la presencia de agentes microbianos después de 8 días, como se observa en el cuadro 13, dio un resultado negativo a la presencia de estos microorganismos en el producto final, garantizándose un alimento apto para consumo humano.

Cuadro 13. Determinaciones microbiológicas del producto final de mejores condiciones

Determinación microbiológica	Resultados
Numeración de mohos y levaduras	Ausencia
Numeración de coliformes	Ausencia
Determinación de <i>Escherichia coli</i>	Ausencia
Determinación de salmonella	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Características reológicas de la salsa probiótica

Se procedió a determinar el coeficiente de viscosidad a fin de determinar sus características reológicas y categorizar al tipo de fluido al cual pertenece. En el Cuadro 14 y Figura 22 se muestran los resultados de viscosidad aparente (μ_a). Los resultados obtenidos indican que ocurre una disminución de viscosidad aparente con un aumento de la tasa de deformación. Este comportamiento es característico de un fluido pseudoplástico; para el cálculo de sus características reológicas, se utilizó la siguiente ecuación:

$$(\mu_a) = (1/n)^n (4\pi N')^{n-1} m$$

Dónde:

μ_a = viscosidad aparente

N' = velocidad de rotación

n, m = características reológicas

$\pi = 3,1416$

Cuadro 14. Viscosidad aparente y velocidad de deformación del tratamiento de mejores condiciones

Viscosidad Aparente(cp)	Velocidad(rev/min)
43000	1,5
23000	3,0
19000	6,0
12000	12,0
7480	30,0
5300	60,0

Fuente: Elaboración propia

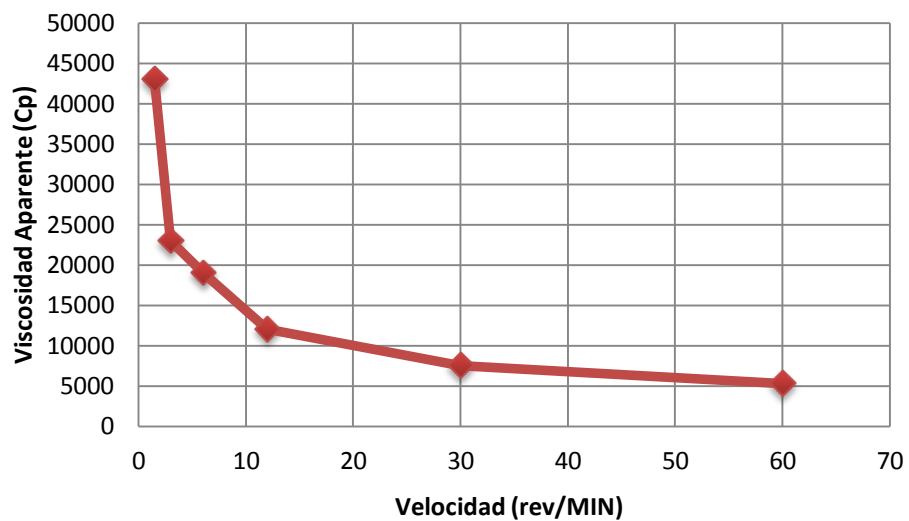


Figura 22. Diagrama reológico de la salsa probiótica

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 15 del análisis reológico y anexo 5 de la salsa, muestra que es un fluido no newtoniano independiente del tiempo de tipo pseudo-plástico con un coeficiente de consistencia (m) 14,33 y

el índice de comportamiento de flujo (n) 0,4513, es decir menor que uno.

Cuadro 15. Propiedades reológicas de la salsa probiótica de mejores condiciones a 13,5°C

Coeficiente de consistencia (m)	Índice de comportamiento de flujo (n)	Coeficiente de correlación (R)
14,33 Pa.s	0,4513	0,9981

Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Flujo definitivo de elaboración de la salsa probiótica

La Figura 23 presenta el flujo definitivo de operaciones con la formulación de mejores condiciones en la elaboración de una salsa probiótica a partir de yogurt.

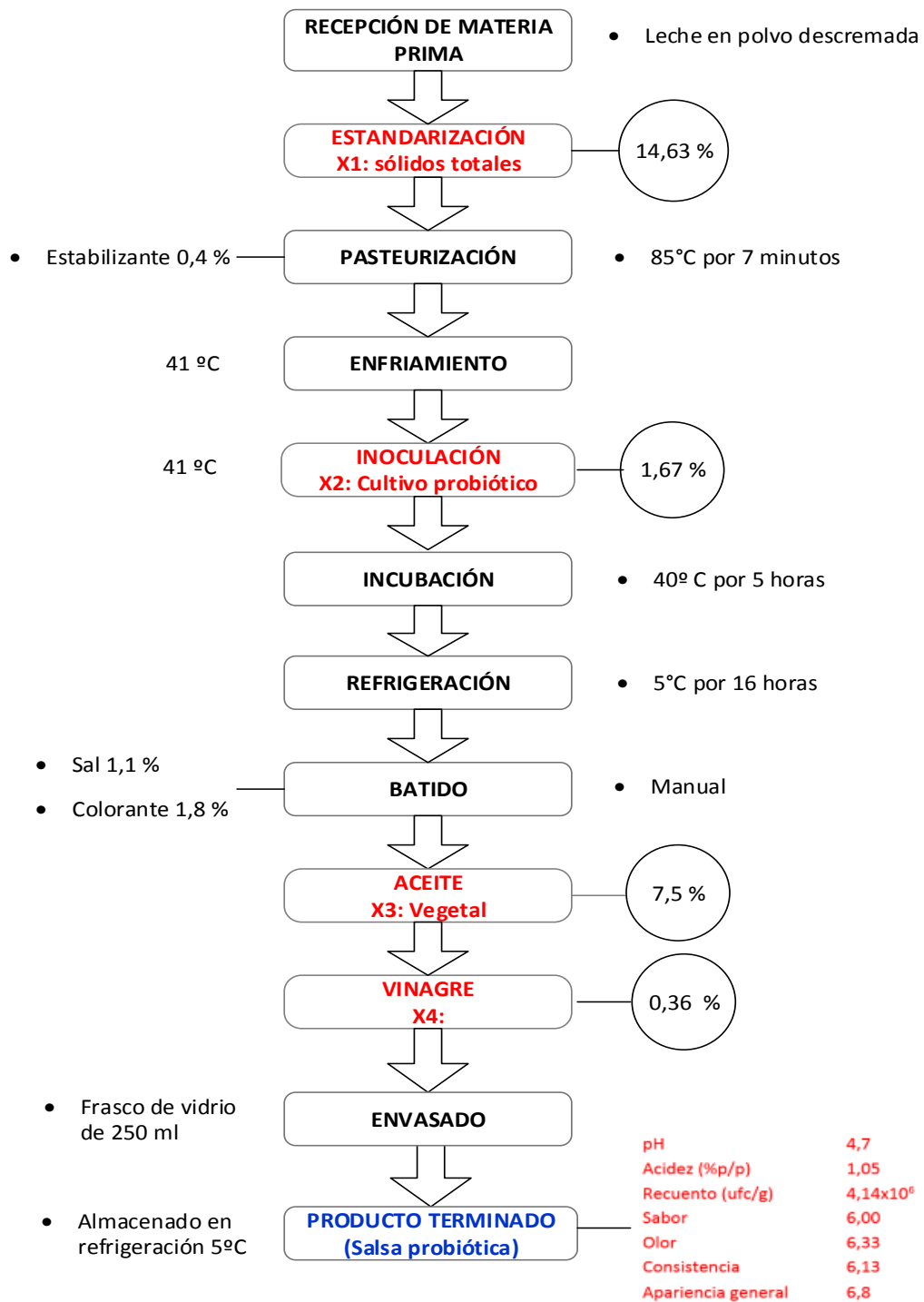


Figura 23. Diagrama de flujo definitivo en la elaboración de salsa probiótica

Fuente: Elaboración propia

5.7 Análisis en almacenamiento de la salsa probiótica

5.7.1 Análisis del ácido láctico y pH

Las muestras fueron tomadas por duplicado, los resultados se muestran en el cuadro 16, donde se observa un ligero incremento de ácido láctico y leve descenso de pH en el producto final.

Cuadro 16. Resultados de ácido láctico y pH en el almacenamiento de salsa Probiótica

Características	1 Día	17 Días	20 Días
% de ácido láctico	0,99	1,06	1,05
pH	4,70	4,50	4,47

Fuente: Elaboración propia

5.7.2 Análisis de bacterias probióticas en el almacenamiento

El periodo de conservación del producto final fue de 20 días a 5° C, envasados en frascos de vidrio (250 ml), se muestra en fig. 24.

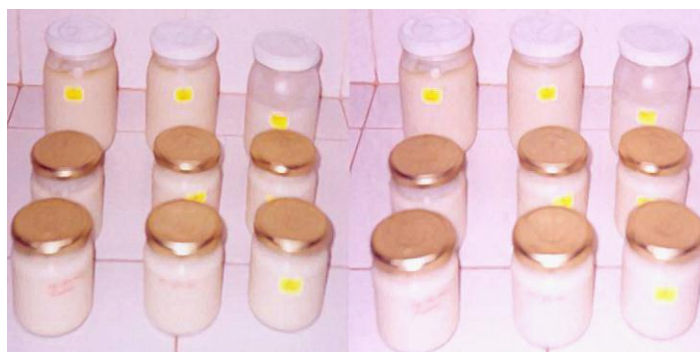


Figura 24. Muestras sometidas a almacenamiento para la evaluación del recuento bacteriano

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 17 se observa que las bacterias sobreviven a las condiciones de almacenamiento, por lo tanto dichas bacterias son viables y estables en el producto final.

Cuadro 17. Resultados del almacenamiento de la salsa probiótica

Tiempo	1 Día	17 Días	20 Días
Cantidad de bacterias probióticas ufc/g	1×10^6	5×10^7	3×10^6

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 25 se observa el crecimiento de bacterias probióticas del tratamiento óptimo, se utilizó el método directo de recuento en placa, este método se detalla en anexos 4 y 5.

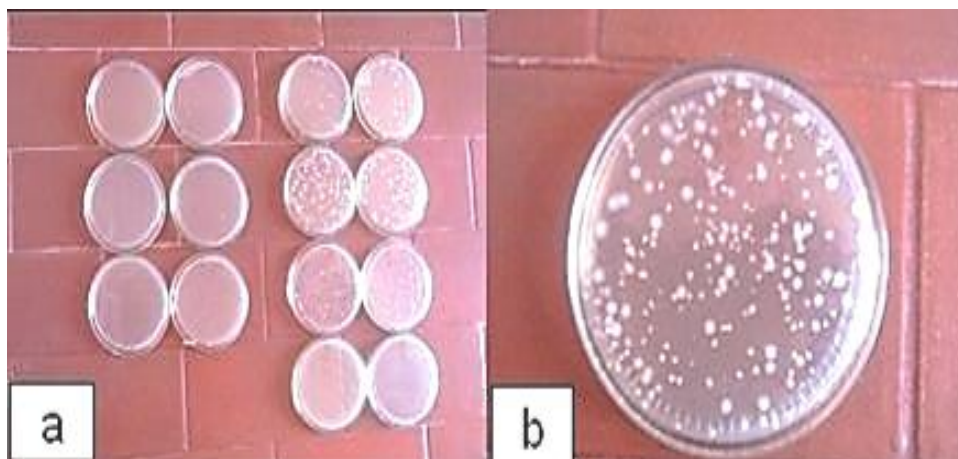


Figura 25. Crecimiento de bacterias lácticas (*Bifidobacterium bifidum* y *Lactobacillus acidophilus*), (a) Diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y (b) Dilución de 10^{-5}

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se observó a través del microscopio a las bacterias probióticas por medio de tinción Gram positivo como se visualiza en la Figura 26.

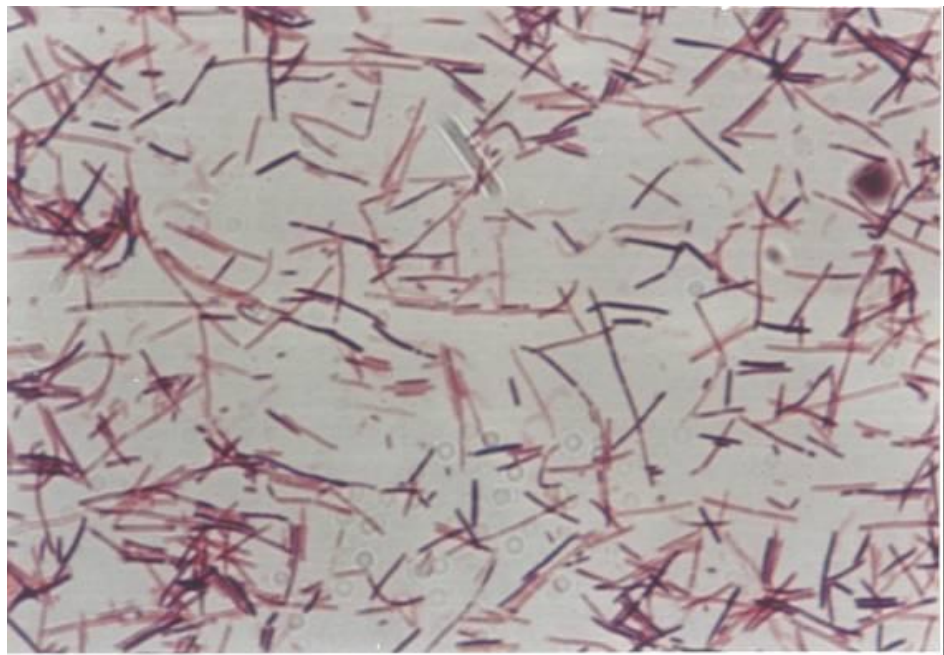


Figura 26. Identificación de *Bifidobacterium bifidum* y *Lactobacillus acidophilus* por medio de tinción Gram (+).
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Con el presente trabajo de investigación se determinó los parámetros adecuados para la formulación y elaboración de una salsa probiótica, son los siguientes: sólidos totales (% p/v) 14,63 %; cultivo probiótico (% v/v) 1,67 %; aceite (% v/v) 7,50 %; vinagre (% v/v) 0,36 %.
2. En cuanto al efecto de los parámetros de la salsa probiótica (tratamiento dos optimizado) se obtuvo: viscosidad 35 200cp, acidez de 1.055% de ácido láctico, pH de 4,7 y cantidad de bacterias probióticas de $4,14 \times 10^6$ ufc/g; estos valores demuestran que la salsa probiótica cumple con la NTP y referencias bibliográficas; el mismo que ha sido sometido a una evaluación sensorial, obteniéndose como resultado por los panelistas en cuanto al olor 6,33, sabor 6, consistencia 6,13 y apariencia general 6,8; con un promedio de 6,32 de toda la evaluación sensorial que corresponde a una calificación de agradable.

3. La salsa probiótica (producto final) tiene las siguientes características físico-químicas: proteínas 4,5%; grasa 7,35; carbohidratos 6,8%; cenizas 1,73%; humedad 79,67% y viscosidad de 35 200cp. Finalmente se determinó las propiedades reológicas de la salsa probiótica, obteniéndose: un índice de comportamiento de flujo (n) de 0,4513 y coeficiente de consistencia (m) de 14,33 lo cual determina que la salsa probiótica tiene un comportamiento de fluido pseudo-plástico.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de vida útil de la salsa probiótica en función de la disminución del contenido de bacterias probióticas viables con la adición de conservantes.
2. Evaluar las dosis de sal y especias u otro alimento (frutas u hortalizas) a fin de mejorar el sabor, sin perjudicar la viabilidad de las bacterias probióticas.
3. Estudiar el efecto de la concentración de sal a diferentes niveles, en el crecimiento y viabilidad de las bacterias probióticas.
4. Se recomienda continuar con este tipo de investigación para contribuir con la salud del consumidor, al comprobarse que la salsa probiótica contiene 7,3% de grasa y la mayonesa comercial 78,3% de grasa lo que representa un elevado contenido de grasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAIS, Charles. 1985 *Ciencia de la Leche*. Editorial Reverte S.A. Barcelona España.
- ARTZ, Raoul, *Cocina Moderna* <http://www.gastronovedades.com>
- BADOI, Salvador. 1988 *Diccionario de Tecnología de los Alimentos*. Editorial Alhambra. Mexicana S.A. España.
- BEJARANO I. 2002. *Tablas de Composición de Alimentos Industrializados*. Ministerio de Salud, Lima – Perú.
- BELLO, José 2000. *Ciencia Bromatológica*. Ediciones Díaz de Santos. S. A. Madrid-España.
- BERNER, O'Donnell JA. 1998. *Functional Foods and health claims legislation*. Application to dairy foods. IntDairy
- BORDA, M. 2011. *Formulación de una base para aderezo de ensaladas con características de alimento funcional*. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires –Argentina.
- BOURGEOIS, C., Carpent J.R. 1995. *Microbiología Alimentaria*. Volumen II. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- CÁCERES, Jorge. *Estudio de la Influencia de la Adición de Conservantes y Estabilizantes en la Conservación de Yogurth Batido*.

Tesis (Título). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
Tacna-Perú

- CENFOTUR 1999. *Tecnología de restaurante*. Centro de Extensión Educativa Perú.
- CMSF 1985 *Ecología Microbiana de los Alimentos. International Commission on Microbiological Specifications for Foods*. Edit. Acribia. Zaragoza- España.
- CRUCHET, Silvia. 2001 *Alimentos Prebióticos para la Gastritis y Úlcera Gástrica*. INTA. Revista Nutrición Chile.
- CUBERO, Nuria y Monferrer. 2002 *Aditivos Alimentarios*. Editorial Aedos S.A. España.
- Design-Expert® Version 7. 2006 Stat-ease Inc. Minneapolis USA
- DURAN. R. y Diaz M. 2006 *Manual del Ingeniero de Alimentos*. Editorial. Grupo latino Ltda. – Colombia.
- ESPINOZA, Atencia Eli. 2003 *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohoman.
- FOSTER, 1965. *Microbiología de la Leche*. Editorial CECSA. México.
- FRAZIER, W. 2000 *Microbiología de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- GOMES A. y Malcata X. 2000 *Agentes Probióticos en Alimentos: Aspectos Fisiológicos, Terapéuticos y Aplicaciones Tecnológicas*.

Escuela Superior de Biotecnología. Universidad Católica Portuguesa.
Boletín de Biotecnología.

- GUNTER, Vollmer. 1999 *Elementos de Bromatología Descriptiva*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- GUTIÉRREZ, Humberto y De La Vara Román. 2007 *Análisis de diseño de experimentos*. Editorial Mac Graw Hill-México.
- HART y Fisher. 1984 *Análisis Moderno de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- HASLER, C. M. Hunston R.L. 1998 *Alimentos Funcionales*. ed. Nutrition International Inc., Dayton, NJ. In Press. USA.
- ICMSF 2000 *Microorganismos de los Alimentos I*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- LINROS S.R.L. 2002 *Aditivos para los Alimentos y Cultivos Probióticos*. Arequipa-Perú.
- MADRID, Antonio y Madrid Javier. 2001 *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Editorial Aragra. Madrid España.
- MONTANA S.A. 2002 *Ingredientes para el éxito*. Lima – Perú.
- MORI, Carlos. 1989 *Estudio de la Calidad del Yogurt Afianzado, bajo diferentes niveles de recombinación de la Leche*. Universidad Nacional del Callao. Perú.

- MULLER H. 1977 *Introducción a la Reología de los Alimentos*. Editorial Acribia Zaragoza – España.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 202.001. 1991 *Leche cruda. Requisitos*. INDECOPI-Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 20.001.1991. “*Aceites Vegetales Comestibles*”. INDECOPI – Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 202. 092, 1990. “*Yogur o Yogurt*”. INDECOPI – Perú
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 209. 015.1983. “*Sal Para Consumo Humano*”. INDECOPI – Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP. 209.033.1974. “*Salsa Mayonesa*” INDECOPI Perú.
- PALTRINIERI, G. 1997 *Procesamiento a Pequeña Escala de Frutas y Hortalizas Amazónicas Nativas e Introducidas*. Editada por Secretaría Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica.
- PEARSON, D. (1986). *Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- PORTUGAL, Wilma 2002 *Caracterización de los Parámetros de una Salsa a Base de Aceituna Negra*. Tesis (Título). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

- R.M. 2003 *Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad Para los Alimentos y Bebida de Consumo Humano*. Resolución Ministerial Nro. 615-2003. SA/DM, El Peruano-Lima.
- RANKEN, M. 1988 *Manual de Industrias de los Alimentos*. Editorial Acribia. España.
- RATTO, Alina y Vega Clara. 1983 *Control Microbiológico de Leche y Productos lácteos, Métodos Recomendados*. Editorial. San Marcos Lima – Perú.
- REID G. y otros. 2003 *New Scientific Paradigmas for Probiotics and Prebiotics*. Journal Clin Gastroenterol.
- REYNA, V. 1987 *Control de Calidad*. Laive. Tacna- Perú.
- ROBERFROID, M. 1998 *Prebiotics and symbiotics: concepts and nutritional properties*. Danone world Newsletter.
- ROBERFROID, M. 1999 *Functional foods*. Danone world Newsletter.
- SALCINES, F. y Bustinza L. 2003 *Efecto de la Inulina en la Obtención de leche Fermentada con Bifidobacterium bifidum*. VI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. Universidad Peruana Unión. Arequipa-Perú.
- SALOFF-COSTE, Cathy. 2002 *La Microflora Gastrointestinal y las Leches Fermentadas*. Danone World Newsletter.

- SAXELIN, J. 1997 *Lactobacillus GG. A human probiotic strain with thorough clinical documentation*. Food Rev. Intl. 13(2):293-313.
- SILVA, Eryck R. Verdalet Guzmán. 2003 *Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche*. Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana. Veracruz-México.
- SING, Paul y Dennis Heldman 1997. *Introducción a la Ingeniería de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- SPREER, E. 1991 *Lactología Industrial*. Edit. Acribia. España.
- STADLER, C. y Pilattil. 2004 *Evaluación de las Alteraciones Físico-Químicas en yogurt agregando Cultivos Probióticos*. XI SIMPOSIUM – Bauru, Brasil, 8 al 10 de Noviembre del 2004.
- TAMINE A. y Robinson R. 1991 *Yogur Ciencia y Tecnología*. Editorial Acribia. España.
- TICONA, Gladys. *Evaluación de Parámetros Tecnológicos en la Elaboración De Una Bebida Fermentada A Partir De La Leche De Soja (Glycine max)*. Tesis (Título). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.
- TRUM, B. 1973 *Yogur, Kefir y demás cultivos en leche*. Editorial EDAF. México.
- VARGAS, V. 1980 *Bromatología Básica – Alimentos Zoógenos*. Editorial San Marcos.

- VARNAN A. y Sutherland J. 1995 *Leche y productos lácteos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- VEISSEYRE, Roger 1980 *Lactología Técnica (Composición recogida, tratamiento y transformación de la leche)*. Editorial Acribia Zaragoza – España.
- VILLANUEVA Brañez, Braulia. *Optimización del proceso de germinación del trigo (Triticumaestivum L.)var. duro rojo de primavera para modificación de algunas propiedades funcionales en la harina integral*. Tesis (Título). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- WANG, S.; Marinho, C.1994 *Producto de oigurte de soya com diferentes asociacoes de Bacterias Lácticas*. Pesquero Agropecuario Brasil.
- *Salsas y Tipos de Salsas*. 2006 En: [www. mailxmail.com](http://www.mailxmail.com)
- VASCONCELLOS, Andrés. 2008 *Alimentos Funcionales. Conceptos y beneficios para la salud*. Universidad Chapman, Orange, California, U.S.A.
- ZOURARI, A. y Anifantakis E. 1988 Le kéfir. *Cararactère physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnels. Technologie de production*. Une revue. Lait. 68, 373-392.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de análisis sensorial para la evaluación de los tratamientos en estudio

NOMBRE Y APELLIDO:.....

FECHA N° DE MUESTRA.....

Por favor pruebe las muestras codificadas y use la escala de 1 a 9 abajo indicada y marcar con (x) o (+) en la categoría de su preferencia para cada atributo.

Valor	Categoría	Atributo		
		Sabor	Olor	Consistencia
1	Extremadamente desagradable			
2	Muy desagradable			
3	Bastante desagradable			
4	Desagradable			
5	Ni desagradable ni agradable			
6	Agradable			
7	Bastante agradable			
8	Muy agradable			
9	Extremadamente agradable			

OBSERVACIONES

.....

.....

Anexo 2. Ficha de análisis sensorial para la evaluación de tratamiento óptimo

Nombre y Apellidos:.....

Fecha:.....Nº de muestra:.....

Por favor pruebe las muestras codificadas y use la escala de 9 puntos abajo indicada y MARCAR con (X) o (+) en la categoría de su preferencia para cada atributo.

Valor	Categoría	Atributo			
		Sabor	Olor	Consistencia	Apariencia general
1	Extremadamente desagradable				
2	Muy desagradable				
3	Bastante desagradable				
4	Desagradable				
5	Ni desagradable ni agradable				
6	Agradable				
7	Bastante agradable				
8	Muy agradable				
9	Extremadamente agradable				

OBSERVACIONES.....

Anexo 3. Recuento total de: *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* utilizando el método directo de recuento en placa.

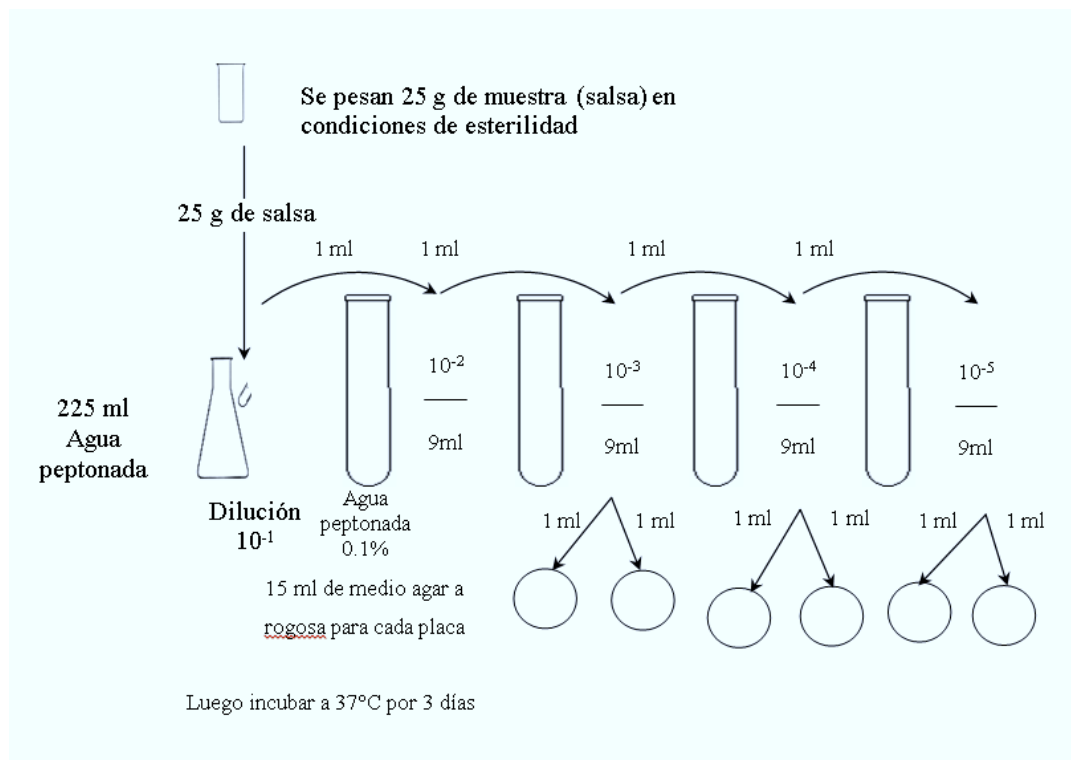
Materiales e Instrumentos.

- Placas petri
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Matraz
- Jarra en anaerobiosis
- Mechero.

Procedimiento.

- Transferir 1ml de cada dilución de la muestra a las placas petri estériles.
- Adicionar a cada placa petri aproximadamente 15ml de Agar Rogosa temperado a 44-46°C.
- Mezclar el contenido de las placas con movimientos de rotación y vaivén.
- Dejar solidificar la mezcla aproximadamente por 5 a 10 minutos.
- Invertir e incubar las placas durante 72 horas a una temperatura de 37 °C en condiciones de anaerobiosis.
- Seleccionar las placas que contengan entre 20 y 200 colonias.
- Luego de la lectura multiplicar el número de colonias por la dilución correspondiente para obtener el número de bacterias probióticas por gramos de salsa probiótica.

Anexo 4. Diagrama de trabajo: Recuento total de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, utilizando el método de recuento directo en placa



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Determinación del coeficiente de consistencia (m) y el índice reológico (n) de la salsa probiótica elaborada a base de yogurt.

Para el cálculo de las características reológicas de la salsa probiótica, se utilizó la ecuación para la viscosidad aparente.

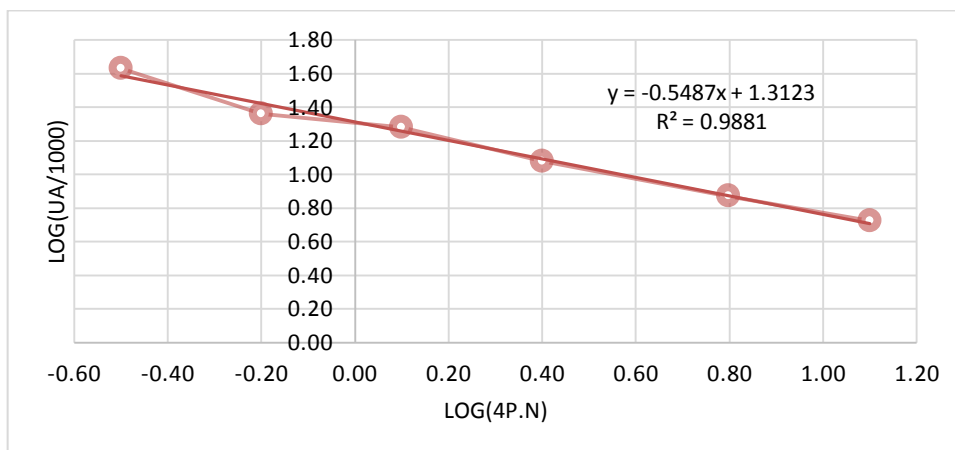
Recolección de datos a temperatura constante para la salsa probiótica

Temperatura = 13,5°C y spindlenumber = 4

Velocidad RPM	Torque %	Factor	Viscosidad aparente μ (cp)	Velocidad (N) RPS	Lg (4 π .N)	Lg $\left(\frac{\mu_a}{1000}\right)$
1,5	10,75	4000	43 000	0,025	-0,50	1,63
3	11,5	2000	23 000	0,05	-0,20	1,36
6	19	1000	19 000	0,1	0,099	1,28
12	24	500	12 000	0,2	0,400	1,079
30	37,4	200	7 480	0,5	0,798	0,87
60	53,0	100	5 300	1	1,099	0,724

* cp = 0,001 pascal.s

Fuente: Elaboración propia



$$\mu_a = (1/n)^n (4 \pi N')^{n-1} \cdot m \quad (1)$$

Dónde:

μ_a = Viscosidad aparente

π = 3,1416

N' = Velocidad de rotación en RPS

n y m = Características reológicas

Aplicando logaritmo a la ecuación (1)

$$\underbrace{\log \mu_a}_y = n \underbrace{\log \left(\frac{1}{n} \right)}_b + \log m + \underbrace{(n-1)}_a \underbrace{\log(4\pi N')}_x$$

Ecuación de la recta es $Y = ax + b$ (2)

Entonces:

$$Y = -0,5487x + 1,3123$$

Como $(n-1) = a$ según ec. (1)

$$(n-1) = -0,5487$$

$$n = 0,4513 \quad \rightarrow \text{Índice reológico}$$

$$X = 0$$

Entonces: $Y = 1,3123$ de ec. (2)

Reemplazando en ec. reducida

$$b = n \log\left(\frac{1}{n}\right) + \log m$$

$$1,3123 = 0,4513 \log\left(\frac{1}{0,4513}\right) + \log m$$

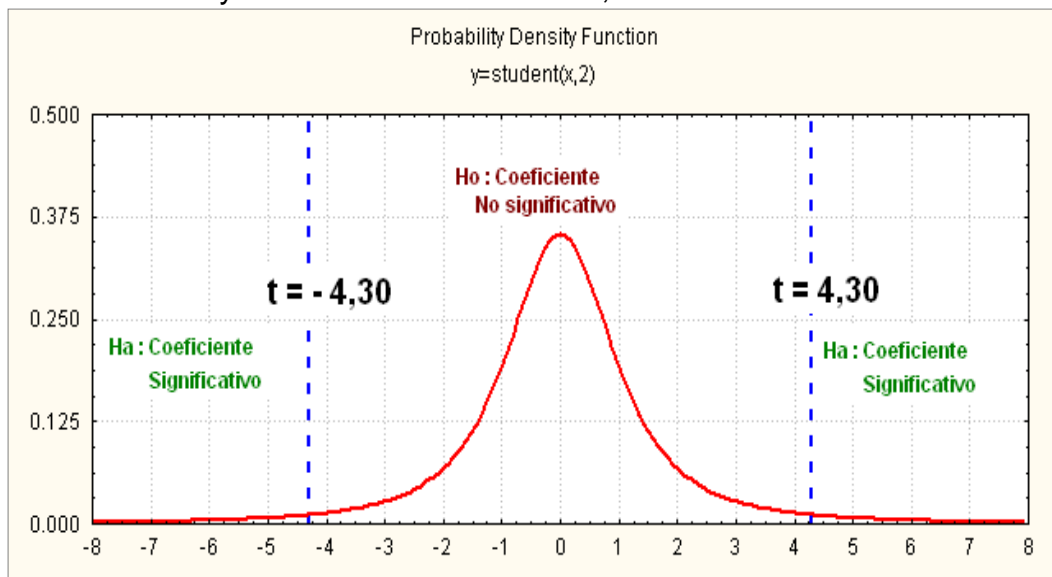
$$1,3123 - 0,1559 = \log m$$

$$m = 14,33 \quad \rightarrow \quad \text{Coeficiente de consistencia}$$

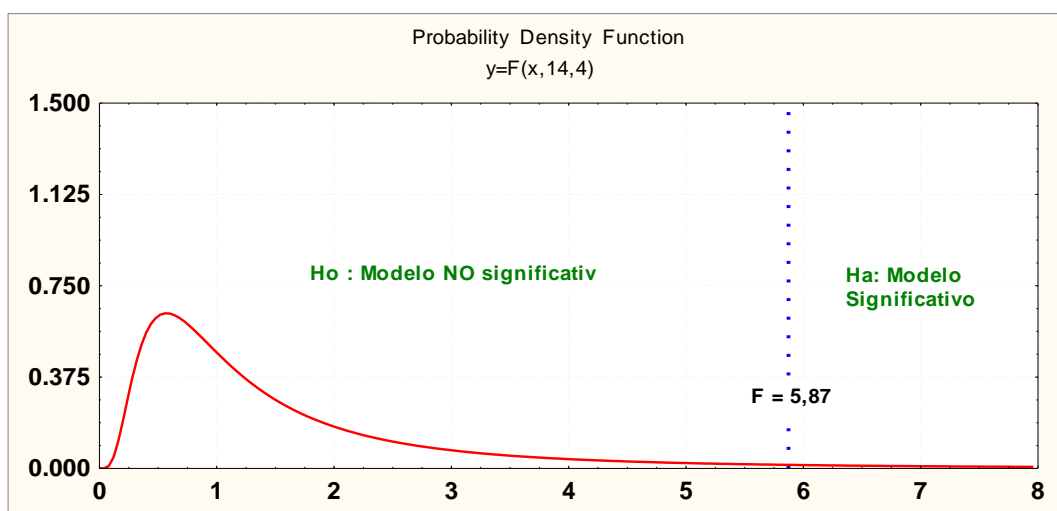
$n = 1$ es Newtoniano

$n < 1$ No newtoniano

Anexo 6. Prueba t –student para la evaluación de los coeficientes de los modelos de regresión completos. Con nivel de significancia de 5 % y valor crítico t tabular de 4,30.



Prueba F_Snedecor para la evaluación de los modelos completos de regresión. Con nivel de significancia de 5 % y valor crítico F tabular de 5,87.



El valor α es la probabilidad de error máximo para aceptar H_0

P-valuees la máxima probabilidad de cometer error tipo I

Se rechaza la hipótesis nula H_0 cuando el p valor sea menor al valor α

Anexo 7. Análisis estadístico de la viscosidad

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable respuesta Viscosidad

EFFECTOS	Coeficiente	Desviación	t (2)	p	importancia
Intercepción	-250957,38	36022,86	-6,97	0,02	significativo
X ₁	35905,53	4941,20	7,27	0,02	significativo
X ₁ ²	-1141,28	168,22	-6,78	0,02	significativo
X ₂	-15248,42	4835,63	-3,15	0,09	no significativo
X ₂ ²	-867,89	378,50	-2,29	0,15	no significativo
X ₃	- 8883,38	1041,30	-8,53	0,01	significativo
X ₃ ²	1005,14	60,56	16,60	0,00	significativo
X ₄	52091,21	24178,16	2,15	0,16	no significativo
X ₄ ²	-190447,15	9462,61	-20,13	0,00	significativo
X ₁ .X ₂	1358,33	317,69	4,28	0,05	no significativo
X ₁ .X ₃	-70,00	56,83	-1,23	0,34	no significativo
X ₁ .X ₄	3458,33	1588,44	2,18	0,16	no significativo
X ₂ .X ₃	-65,00	85,24	-0,76	0,53	no significativo
X ₂ .X ₄	4937,50	2382,66	2,07	0,17	no significativo
X ₃ .X ₄	1175,00	426,22	2,76	0,11	no significativo

Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis de varianza para la variable respuesta viscosidad según el diseño DraperLin.

ANALISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
Promedio =	24589,47	Coeficiente de Determinación (R ²) =		0,986		
Desviación =	1904,67	Coeficiente de Variación =		7,75%		
Fuente	Suma	Grados	Cuadrado	F	F	P
Variación	Cuadrados	de	Medios	Calculado	Tabla	valor
		libertad				
Regresión	925986752,46	14	66141910,89	18,23	5,87	0,0063
Residuo	14511142,28	4	3627785,57			
Falta de Ajuste	13784475,61	2	6892237,80	18,97	19,00	0,0501
Error Puro	726666,67	2	363333,33			
Total	940497894,74	18				
Variación Explicada	=	98,46%				
Máxima Varianza Explicada	=	99,92%				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Análisis estadístico de la acidez

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable respuesta Acidez

Efectos	Coefficient e	Desviación n	t (2)	p	importancia
Intercepción	-3,959	0,32	-12,52	0,01	significativo
X ₁	0,698	0,04	16,09	0,00	significativo
X ₁ ²	-0,024	0,00	-16,05	0,00	significativo
X ₂	-0,405	0,04	-9,53	0,01	significativo
X ₂ ²	0,065	0,00	19,62	0,00	significativo
X ₃	-0,120	0,01	-13,12	0,01	significativo
X ₃ ²	0,010	0,00	17,96	0,00	significativo
X ₄	1,870	0,21	8,81	0,01	significativo
X ₄ ²	-1,320	0,08	-15,90	0,00	significativo
X ₁ .X ₂	0,017	0,00	6,22	0,02	significativo
X ₁ .X ₃	0,001	0,00	1,87	0,20	no significativo
X ₁ .X ₄	-0,028	0,01	-1,97	0,19	no significativo
X ₂ .X ₃	0,010	0,00	13,50	0,01	significativo
X ₂ .X ₄	-0,297	0,02	-14,22	0,00	significativo
X ₃ .X ₄	-0,034	0,00	-9,09	0,01	significativo

b) Análisis de varianza para la variable respuesta Acidez según el diseño DraperLin.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
Promedio =	1,028	Coeficiente de Determinación =		0,9952		
Desviación =	0,013	Coeficiente de Variación		1,273%		
<i>Fuente Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrado Medios</i>	<i>F Calculado</i>	<i>F Tabla</i>	<i>P valor</i>
Regresión	0,141429	14	0,010102	58,99	5,87	0,0006
Residuo	0,000685	4	0,000171			
Falta de Ajuste	0,000629	2	0,000314	11,23	19,00	0,0818
Error Puro	0,000056	2	0,000028			
Total	0,142114	18				
Variación Explicada		=	99,52%			

Máxima Varianza Explicada = 99,96%

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Análisis estadístico del pH

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable respuesta pH

EFECTOS	Coefficiente	Desviación	t (2)	p	importancia
Intercepción	-20,49	1,20	-17,14	0,00	significativo
X ₁	3,37	0,16	20,59	0,00	significativo
X ₁ ²	-0,11	0,01	-20,23	0,00	significativo
X ₂	-0,24	0,16	-1,50	0,27	no significativo
X ₂ ²	-0,01	0,01	-1,12	0,38	no significativo
X ₃	0,08	0,03	2,42	0,14	no significativo
X ₃ ²	-0,01	0,00	-3,90	0,06	no significativo
X ₄	-0,67	0,80	-0,84	0,49	no significativo
X ₄ ²	0,02	0,31	0,08	0,95	no significativo
X ₁ .X ₂	0,02	0,01	1,82	0,21	no significativo
X ₁ .X ₃	-0,00	0,00	-1,59	0,25	no significativo
X ₁ .X ₄	0,06	0,05	1,19	0,36	no significativo
X ₂ .X ₃	0,02	0,00	5,48	0,03	significativo
X ₂ .X ₄	-0,31	0,08	-3,87	0,06	no significativo
X ₃ .X ₄	0,05	0,01	3,36	0,08	no significativo

b) Análisis de varianza para la variable respuesta pH según el diseño DraperLin.

ANALISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
Promedio =	4,70	Coeficiente de Determinación =		0,9974		
Desviación =	0,03	Coeficiente de Variación =		0,5593%		
<i>Fuente Variación</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrado Medios</i>	<i>F Calculado</i>	<i>F Tabla</i>	<i>P valor</i>
Regresión	1,0687	14	0,07633	110,65	5,87	0,0002
Residuo	0,0028	4	0,00069			
Falta de Ajuste	0,0020	2	0,00098	2,45	19,00	0,2899
Error Puro	0,0008	2	0,00040			
Total	1,0714	18				
Variación Explicada =		99,74%				
Máxima Varianza Explicada =		99,93%				

Fuente: elaboración propia

Anexo 10. Análisis estadístico del recuento total de las bacterias probióticas

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable bacterias probióticas

EFECTOS	Coefficiente	Desviación	t (2)	p	Importancia
Intercepción	-47,58	3,93	-12,10	0,01	significativo
X ₁	6,35	0,54	11,77	0,01	significativo
X ₁ ²	-0,18	0,02	-9,68	0,01	significativo
X ₂	-0,46	0,53	-0,88	0,47	no significativo
X ₂ ²	0,40	0,04	9,71	0,01	significativo
X ₃	0,95	0,11	8,33	0,01	significativo
X ₃ ²	-0,02	0,01	-2,94	0,10	no significativo
X ₄	47,79	2,64	18,11	0,00	significativo
X ₄ ²	-11,21	1,03	-10,85	0,01	significativo
X ₁ .X ₂	-0,07	0,03	-1,96	0,19	no significativo
X ₁ .X ₃	-0,05	0,01	-8,87	0,01	significativo
X ₁ .X ₄	-2,73	0,17	-15,77	0,00	significativo
X ₂ .X ₃	0,00	0,01	0,31	0,78	no significativo
X ₂ .X ₄	-0,90	0,26	-3,46	0,07	no significativo
X ₃ .X ₄	-0,06	0,05	-1,35	0,31	no significativo

b) Análisis de varianza para la variable respuesta cantidad de bacterias (logufc/ml) probióticas según el diseño DraperLin.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
<i>Fuente Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrado Medios</i>	<i>F Calculado</i>	<i>F Tabla</i>	<i>P valor</i>
Promedio =	6,78					0,9863
Desviación =	0,12					1,77%
Regresión	4,13770	14	0,2955	20,53	5,87	0,005
Residuo	0,05757	4	0,0144			
Falta de Ajuste	0,04892	2	0,0245	5,65	19,00	0,1503
Error Puro	0,00866	2	0,0043			
Total SS	4,195	18				
Variación Explicada =			98,63%			
Máxima Varianza Explicada =			99,79%			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Análisis estadístico de la aceptabilidad del sabor

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable sabor

<i>EFECTOS</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desviación</i>	<i>t (2)</i>	<i>p</i>	<i>importancia</i>
Intercepción	-79,64	13,80	-5,77	0,03	significativo
X ₁	11,87	1,89	6,27	0,02	significativo
X ₁ ²	-0,40	0,06	-6,27	0,02	significativo
X ₂	3,16	1,85	1,71	0,23	no significativo
X ₂ ²	-0,11	0,15	-0,75	0,53	no significativo
X ₃	-0,83	0,40	-2,08	0,17	no significativo
X ₃ ²	0,08	0,02	3,39	0,08	no significativo
X ₄	-7,38	9,26	-0,80	0,51	no significativo
X ₄ ²	2,28	3,63	0,63	0,59	no significativo
X ₁ .X ₂	-0,16	0,12	-1,27	0,33	no significativo
X ₁ .X ₃	-0,02	0,02	-1,01	0,42	no significativo
X ₁ .X ₄	0,61	0,61	1,00	0,42	no significativo
X ₂ .X ₃	0,17	0,03	5,11	0,04	significativo
X ₂ .X ₄	-4,09	0,91	-4,48	0,05	no significativo
X ₃ .X ₄	0,67	0,16	4,07	0,06	no significativo

b) Análisis de varianza para la variable respuesta sabor según el diseño DraperLin.

ANALISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
Fuente Variación	Suma Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medios	F Calculado	F Tabla	P valor
Promedio =	5,75					
Desviación =	0,28					
Regresión	11,345	14	0,810	10,52	5,87	0,0176
Residuo	0,308	4	0,077			
Falta de ajuste	0,201	2	0,101	1,89	19,00	0,3462
Error Puro	0,107	2	0,053			
Total	11,653	18				
Variación Explicada =						97,36%
Máxima Varianza Explicada =						99,08%

Fuente: Elaboración de propia

Anexo 12. Análisis estadístico de la aceptabilidad del olor

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable olor

<i>EFEKTOS</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desviación</i>	<i>t (2)</i>	<i>p</i>	<i>importancia</i>
Intercepción	-102,61	21,24	-4,83	0,01	significativo
X ₁	14,81	2,91	5,08	0,01	significativo
X ₁ ²	-0,50	0,10	-5,02	0,01	significativo
X ₂	2,36	2,85	0,83	0,45	no significativo
X ₂ ²	-0,42	0,22	-1,88	0,13	no significativo
X ₃	-0,46	0,61	-0,76	0,49	no significativo
X ₃ ²	0,06	0,04	1,70	0,16	no significativo
X ₄	-0,80	14,26	-0,06	0,96	no significativo
X ₄ ²	-10,51	5,58	-1,88	0,13	no significativo
X ₁ .X ₂	-0,08	0,19	-0,44	0,68	no significativo
X ₁ .X ₃	-0,03	0,03	-0,99	0,38	no significativo
X ₁ .X ₄	0,42	0,94	0,44	0,68	no significativo
X ₂ .X ₃	0,09	0,05	1,79	0,15	no significativo
X ₂ .X ₄	-1,12	1,41	-0,80	0,47	no significativo
X ₃ .X ₄	0,55	0,25	2,19	0,09	no significativo

b) Análisis de varianza para la variable respuesta olor según el diseño DraperLin.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
Promedio =	5,74	Coeficiente de Determinación =		0,9657		
Desviación =	0,36	Coeficiente de Variación =		6,20%		
<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>Grado</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>F</i>	<i>F Tabla</i>	<i>P valor</i>
<i>Variación</i>	<i>Cuadrados</i>	<i>de</i>	<i>Medios</i>	<i>Calculado</i>		
		<i>libertad</i>				
Regresión	14,219	14	1,016	8,04	5,87	0,0287
Residuo	0,505	4	0,126			
Falta de Ajuste	0,479	2	0,239	17,95	19,00	0,0528
Error Puro	0,027	2	0,013			
Total SS	14,724	18				
Variación Explicada		=	96,57%			
Máxima Varianza Explicada		=	99,82%			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Análisis estadístico para la variable respuesta consistencia

a) Coeficientes de regresión del modelo completo para la variable consistencia

<i>EFEKTOS</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desviación</i>	<i>t (2)</i>	<i>p</i>	<i>importancia</i>
Intercepción	-21,30	10,35	-2,06	0,18	no significativo
X ₁	4,39	1,42	3,09	0,09	no significativo
X ₁ ²	-0,15	0,05	-3,18	0,09	no significativo
X ₂	-0,12	1,39	-0,09	0,94	no significativo
X ₂ ²	-0,20	0,11	-1,81	0,21	no significativo
X ₃	-1,33	0,30	-4,44	0,05	no significativo
X ₃ ²	0,18	0,02	10,15	0,01	significativo
X ₄	-19,14	6,95	-2,75	0,11	no significativo
X ₄ ²	-23,66	2,72	-8,70	0,01	significativo
X ₁ .X ₂	0,03	0,09	0,37	0,75	no significativo
X ₁ .X ₃	-0,05	0,02	-3,27	0,08	no significativo
X ₁ .X ₄	2,08	0,46	4,56	0,04	significativo
X ₂ .X ₃	0,13	0,02	5,31	0,03	significativo
X ₂ .X ₄	0,75	0,68	1,10	0,39	no significativo
X ₃ .X ₄	0,40	0,12	3,27	0,08	no significativo

b) Análisis de varianza para la variable respuesta Consistencia según el diseño DraperLin.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL MODELO COMPLETO						
Promedio =	6,89	Coeficiente de Determinación =		0,9845		
Desviación =	0,19	Coeficiente de Variación =		2,70%		
Fuente	Suma	Grados de	Cuadrado	F	F Tabla	P valor
Variación	Cuadrados	Libertad	Medios	Calculado		
Regresión	8,811	14	0,63	18,14	5,87	0,0063
Residuo	0,139	4	0,03			
Falta de Ajuste	0,079	2	0,04	1,31	19,00	0,4323
Error Puro	0,060	2	0,03			
Total SS	8,949	18				
Variación Explicada	=		98,45%			
Máxima Varianza explicada	=		99,33%			

Fuente: Elaboración de propia.

Anexo 14. Análisis estadístico de la aceptabilidad de los tratamientos: óptimos y comercial

a) Análisis de varianza para la variable respuesta olor

<i>Factores</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
Tratamientos	1,6	2	0,8	0,497	3,340
Jueces	42,13	14	3,01	1,869	2,064
Error	45,07	28	1,61		
Total	88,8	44			

b) Análisis de varianza para la variable respuesta sabor

<i>Factores</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
Tratamientos	6,533	2	3,27	2,104	3,340
Jueces	42	14	3	1,934	2,064
Error	43,467	28	1,55		
Total	92	44			

c) Análisis de varianza para la variable respuesta Consistencia.

<i>Factores</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
Tratamientos	4,844	2	2,422	1,215	3,340
Jueces	39,911	14	2,851	1,430	2,064
Error	55,822	28	1,994		
Total	100,578	44			

d) Análisis de varianza para la variable respuesta apariencia general

<i>Factores</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
Tratamientos	2,8	2	1,400	0,693	3,340
Jueces	45,867	14	3,276	1,623	2,064
Error	56,533	28	2,019		
Total	105,2	44			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Pruebas de comparación de medias de Tukey HSD del tratamiento óptimo y comercial

Contraste Múltiple de Rangos para AROMA según Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey				
Tratamiento	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	15	5.93333	0.327569	X
T1	15	5.93333	0.327569	X
T3	15	6.33333	0.327569	X
Contraste			Diferencias	+/- Límites
T1 - T2			0.0	1.14655
T1 - T3			-0.4	1.14655
T2 - T3			-0.4	1.14655

* indica una diferencia significativa.

Contraste Múltiple de Rangos para CONSISTENCIA según Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey				
Tratamiento	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	15	5.8	0.364568	X
T3	15	6.13333	0.364568	X
T1	15	6.6	0.364568	X
Contraste			Diferencias	+/- Límites
T1 - T2			0.8	1.27605
T1 - T3			0.466667	1.27605
T2 - T3			-0.333333	1.27605

* indica una diferencia significativa.

Contraste Múltiple de Rangos para SABOR según Tratamiento

```
-----
Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey
Tratamiento  Recuento  Media LS      Sigma LS      Grupos Homogéneos
-----
T2            15          5.13333      0.321702     X
T1            15          5.86667      0.321702     X
T3            15          6.0          0.321702     X
-----
Contraste                    Diferencias      +/-  Límit
-----
T1 - T2                    0.733333        1.12601
T1 - T3                   -0.133333        1.12601
T2 - T3                   -0.866667        1.12601
-----
```

* indica una diferencia significativa.

Contraste Múltiple de Rangos para APARIENCIA según Tratamiento

```
-----
Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey
Tratamiento  Recuento  Media LS      Sigma LS      Grupos Homogéneos
-----
T1            15          6.2           0.366883     X
T2            15          6.4           0.366883     X
T3            15          6.8           0.366883     X
-----
Contraste                    Diferencias      +/-  Límit
-----
T1 - T2                   -0.2            1.28415
T1 - T3                   -0.6            1.28415
T2 - T3                   -0.4            1.28415
-----
```

* indica una diferencia significativa.

Anexo 16. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Metodología
-¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt y su influencia en la calidad?	Determinar los parámetros para la formulación de una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir del yogurt y su influencia en la calidad.	Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica (tipo mayonesa) a partir de yogurt influyen en la calidad en la calidad.	Tipo de investigación: Experimental Tipo de diseño: Superficie de respuesta (Draper-Lin)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables
¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad físico-química?	Determinar los parámetros más adecuados para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad físico-química, (viscosidad, acidez titulable y pH).	Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt influyen en la calidad físico-química (viscosidad, acidez titulable y pH).	Variable independiente: parámetros en la formulación -Sólidos totales de la leche 13%, 14,5% y 16% -Cultivo probiótico: 0,5%, 1,5%, 2,5%. -Aceite: 2,5%, 5%, 7,5%. -Vinagre: 0,1%, 0,3% y 0,5%.
¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad microbiológica?	Determinar los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad microbiológica (cantidad de bacterias probióticas).	Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt influyen en la calidad microbiológica (cantidad de bacterias probióticas).	Variable dependiente: calidad de la salsa -Viscosidad en cp. -Acidez total titulable expresado en porcentaje de ácido láctico. -pH. -Cantidad de bacterias probióticas, expresado en ufc/g -Atributos sensoriales (sabor, olor y consistencia).
¿Cuáles serán los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad sensorial?	Determinar los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt y su influencia en la calidad sensorial.	Los parámetros para la formulación de una salsa probiótica a partir del yogurt influyen en la calidad sensorial (sabor, olor y consistencia).	
	-Evaluar las principales características físico-químicas del producto final optimizado como salsa probiótica.		

Fuente: Elaboración propia.

LIMA - PERU
ITINTEC
INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS

1. NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC	19:03-012	Leche. Ensayo de impurezas macroscópicas.
ITINTEC	19:03-042	Leche en polvo. Determinación del índice de solubilidad.
ITINTEC	202.006	Leche. Extracción de muestras.
ITINTEC	202.027	Leche en polvo. Ensayo de materia grasa. Técnico de Roesse Gottlieb.
ITINTEC	202.070	Leche en polvo. Determinación de la acidez.
ITINTEC	202.076	Leche en polvo. Determinación de la humedad.
ITINTEC	202.077	Leche en polvo. Determinación de la proteína.
ITINTEC	202.079	Leche en polvo. Determinación de las cenizas.
ITINTEC	202.083	Leche en polvo. Métodos de ensayo microbiológicos (Método de arbitraje).
ITINTEC	209.038	Norma general para el rotulado de alimentos envasados.

2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece los requisitos y clases de la leche en polvo para consumo humano.

3. DEFINICIONES

3.1 Leche entera en polvo

Es el producto que se obtiene por la eliminación casi completa del agua de constitución de la leche entera.



PROLOGO

A. RESERVA HISTORICA

- A.1 La presente Norma Técnica Nacional ha sido elaborada en base a las revisiones de la Norma Técnica Obligatoria 202.005 Leche en polvo (1969) y del Proyecto de Norma 19:03-027 Leche en polvo (1978).
- A.2 La elaboración de la presente Norma Técnica Nacional se realizó en tres Reuniones Extraordinarias llevadas a cabo en los meses de : marzo, abril y mayo de 1980.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACION DE LA PRESENTE NORMA TECNICA NACIONAL

- COMPARIA PERUANA DE ALIMENTOS (PERULAC)
- GLORIA S.A.
- ESTANCIAS GANADERAS ASOCIADAS
- UNILECHE S.A.
- MINISTERIO DE SALUD : INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD
- INSTITUTO DE NUTRICION
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION - LABORATORIO DE CERTIFICACION DE CALIDAD
- U.N.M.S.M. - CLEIBA
- EMPRESA PUBLICA DE CERTIFICACIONES PESQUERAS (CERPER)
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-INDUSTRIALES (IIA)
- U.N.A. - DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.
- PLANTA PILOTO DE LECHE.

* * * *

3.2 Leche descremada en polvo

Es el producto que se obtiene por la eliminación casi completa del agua de constitución de la leche descremada.

3.2.1 Leche descremada en polvo temperatura alta (High heat)

Es el producto que debido a su tratamiento térmico, contendrá un índice máximo de 1,5 mg/g de nitrógeno seroproteico.

3.2.2 Leche descremada en polvo temperatura media (Medium heat)

Es el producto que debido a su tratamiento térmico, contendrá un índice de 1,51 mg/g a 5,99 mg/g de nitrógeno seroproteico.

3.2.3 Leche descremada en polvo temperatura baja (Low heat)

Es el producto que debido a su tratamiento térmico contendrá un índice no menor de 6 mg/g de nitrógeno seroproteico.

3.3 Leche parcialmente descremada en polvo

Es el producto que se obtiene por la eliminación casi completa del agua de constitución de la leche parcialmente descremada.

3.4 Diámetro del cabezal

Es la distancia entre los fondos internos de los soportes opuestos por el centro de rotación de la cabeza de la centrífuga, estando los soportes extendidos horizontalmente.

3.5 n

Es el número de unidades de muestra que deben ser examinados de un lote de alimentos para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo particular.

3.6 m

Es un criterio microbiológico, el cual, en un plan de muestreo, se separa buena calidad de calidad defectuosa; o en otro plan de muestreo, se separa buena calidad de calidad marginalmente aceptable.

En general "m" representa un nivel aceptable y valores sobre el mismo que son marginalmente aceptables o inaceptables.

3.7 M

Es un criterio microbiológico que en un plan de muestreo, separa calidad marginalmente aceptable de calidad defectuosa. Valores mayores a "M" son inaceptables.

3.8 c

Es el número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa. Cuando se encuentra cantidades mayores de este número el lote es rechazado.

4. CLASIFICACION

4.1 La leche en polvo de acuerdo a su contenido de humedad se clasificará en :

4.1.1 Leche entera en polvo.

4.1.2 Leche descremada en polvo.

4.1.2.1 La leche descremada en polvo, de acuerdo a su contenido de nitrógeno seroproteico, se clasificará en :

4.1.2.1.1 Leche descremada en polvo temperatura alta (High heat).

4.1.2.1.2 Leche descremada en polvo temperatura media (Medium heat).

4.1.2.1.3 Leche descremada en polvo temperatura baja (Low heat).

4.1.3 Leche parcialmente descremada en polvo.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos generales

5.1.1 Color blanco uniforme o cremoso claro.

5.1.2 Olor y sabor característicos.

5.1.3 Ausencia de conservadores, neutralizantes o de cualquier otra sustancia ajena a la composición natural de la leche.

5.2 Requisitos físicos-químicos

Requisitos	Leche entera en polvo	Leche semides-cremada en polvo	Leche descremada en polvo
Materia grasa	Mínimo 26,00%	Mayor de 1,50% Menor de 26,00%	Menor de 1,50%
Humedad, máximo	4,00%	4,00%	5,00%
Acidez expresada en g de ácido láctico/100 g de leche reconstituida.	De 0,10 a 0,15	De 0,10 a 0,15	De 0,10 a 0,17
Proteína, mínimo	26%	28%	33%
Índice de solubilidad en cm ³ , máximo	1,2	1,2	1,2*
Cenizas, máximo	7%	8%	9%
Impurezas macroscópicas, máximo	Grado 0	Grado 0	Grado 0

* Si se trata de leche descremada en polvo temperatura alta (High heat), corresponderá un máximo de 2,0.

5.3 Requisitos microbiológicos

Requisitos	n	m	M	c
Numeración de microorganismos mesófilos, aerobios y facultativos viables, por gramo.	5	10 000	50 000	3
Investigación de salmonella, por gramo (*)	60	Ausente en	100 g	0
Numeración de Staphylococcus aureus, por gramo	5	10	100	1
Numeración de E. Coli, por gramo	5	Menor de 3	10	2
Numeración de Coliformes, por gramo	5	Menor de 3	100	2

* Tomar 60 unidades de 25 g cada una (mezclar); a partir de esta mezcla tomar 15 unidades de 100 g cada una o 3 unidades de 500 g cada una, para el análisis.

6. INSPECCION Y RECEPCION

6.1 La extracción de muestras se efectuará conforme a la NTN 202.006 Leche. Extracción de muestras.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Se efectúan de acuerdo a las Normas indicadas en el Capítulo 1. NORMAS A CONSULTAR.

8. ROTULADO, ENVASE Y EMBALAJE

8.1 Envase

8.1.1 La leche en polvo debe ser envasada de tal forma, que el producto quede preservado y protegido en cuanto se refiere a su sanidad, contaminación, contenido de humedad y acción de la luz.

8.1.2 El envase debe ser hermético y hecho de un material inerte a la acción del producto.

8.1.3 El volumen ocupado por el producto no debe ser menor del 90% de la capacidad del envase.

8.1.4 El envase debe proteger al producto de las condiciones normales de manipuleo.

8.2 Rotulado

8.2.1 El rotulado deberá cumplir con la NTO 209.038 Norma General para el Rotulado de Alimentos Envasados, debiendo específicamente presentar la información siguiente :

8.2.1.1 Nombre del producto.

8.2.1.2 Contenido neto en el Sistema Internacional de Unidades.

8.2.1.3 País de origen del producto.

8.2.1.4 Clave de producción.

8.2.1.5 Otros datos requeridos por las disposiciones legales vigentes.

9. ANTECEDENTES

9.1 ASOCIACIÓN AMERICANA DE SALUD PÚBLICA 1963. Normas para examen de los productos lácteos. Publicaciones científicas N° 84.1501 New Hampshire. Avenue, N.W. Washington D.C. E.U.A.

9.2 CÓDIGO DE PRINCIPIOS REFERENTES A LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS Y NORMAS DERIVADAS. 1968. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Sexta Edición. Roma, Italia.

9.3 COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS GUBERNAMENTALES SOBRE EL CODIGO DE PRINCIPIOS REFERENTES A LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS 1966. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Noveno Período de Sesiones. Roma, Italia.

9.4 COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS GUBERNAMENTALES SOBRE EL CODIGO DE PRINCIPIOS REFERENTES A LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS. 1968. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Undécimo Período de Sesiones. Roma, Italia.

9.5 COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS GUBERNAMENTALES SOBRE EL CODIGO DE PRINCIPIOS REFERENTES A LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS. 1975. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Décimo Séptimo Período de Sesiones. Roma, Italia.

9.6 COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS GUBERNAMENTALES SOBRE EL CODIGO DE PRINCIPIOS REFERENTES A LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS. 1976. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Informe del Décimosexto Período de Sesiones. Roma, Italia.

9.7 INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES (IRAM 14051). 1959 LECHE EN POLVO. Buenos Aires, Argentina.

9.8 MONTES Adolfo. 1966. Bromatología I. Editorial Universitaria. Buenos Aires, Argentina.

9.9 MONTES Adolfo. 1966. Bromatología II. Editorial Universitaria. Buenos Aires, Argentina.

9.10 ICMSF. Microorganismos in-foods 2. Sampling for microbiological analysis Principles and specific applications.

9.11 NEW ZEALAND STANDARD (NZE 2261P) 1969. Methods for the chemical Analysis of Spray Dried Milks and Whey.

9.12 USA STANDARDS FOR GRADES OF NONFAT DRY MILK (Spray process). 1973.

* * * * *

NORMA PERUANA

039

NORMA
TECNICA
NACIONAL

YOGUR O YOGURT

ITINTEC
202.092
90-02-20

1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 202.001 LECHE CRUDA. Requisitos.
 ITINTEC 202.009 LECHE. Ensayo de acidez.
 ITINTEC 202.011 LECHE. Ensayo de sólidos totales y sólidos totales no grasos. Método usual.
 ITINTEC 202.018 LECHE. Ensayo de materia grasa. Técnica de Babcock.
 ITINTEC 202.027 LECHE EN POLVO. Determinación de la materia grasa. Método de Rose Gottlieb.
 ITINTEC 202.083 LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Ensayos microbiológicos.
 ITINTEC 202.085 LECHE Y DERIVADOS LACTEOS. Definiciones y clasificación.
 ITINTEC 209.038 NORMA GENERAL PARA EL ROTULADO DE ALIMENTOS ENVASADOS DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO.
 ITINTEC 209.134 ADITIVOS ALIMENTARIOS. Colorantes de uso permitido en alimentos.
 ITINTEC PE-009-86 ROTULADO DE LOS PRODUCTOS ENVASADOS.

2. OBJETO

2.1 La presente norma establece las definiciones, clasificación y requisitos que debe cumplir el yogur o yogurt.

3. DEFINICIONES

- 3.1 Azúcares.- Para los propósitos de la presente norma, significa cualquier hidrato de carbono edulcorante.
- 3.2 Yogur o yogurt.- Es el producto obtenido por la coagulación de la leche y la acidificación biológica, mediante la acción de fermentos lácticos de las especies Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus, a partir de la leche entera, parcialmente descremada, descremada, reconstituida, recombinada, con un tratamiento térmico antes de la fermentación.
- 3.3 Yogurt batido.- Es el producto en el que la inoculación de la leche pasteurizada, se realiza en tanques de incubación, produciéndose en ellos la coagulación. Luego se bate y se envasa, pudiéndose presentar en estado líquido o semisólido.
- 3.4 Yogurt coagulado o afianado.- Es el producto en el que la leche pasteurizada es envasada inmediatamente después de la inoculación, produciéndose la coagulación en el envase.
- 3.5 Yogurt natural.- Es aquel sin adición alguna de saborizantes, azúcares y colorantes permitiéndose sólo la adición de estabilizadores (5.4.3) y conservadores (5.4.4)
- 3.6 Yogurt frutado.- Es aquel al que se le ha agregado fruta procesada en trozos y aditivos permitidos por la autoridad sanitaria.

R.D. Nº 083-90-ITINTEC-DG

PUBLICADO: EL PERUANO 90-03-31

3ra. Edición

8 páginas

PROLOGO

A. RESEÑA HISTORICA

A.1 La presente Norma Técnica Nacional ha sido elaborada en base al Proyecto de Norma Técnica 19:03-029 Yogurt, de Setiembre de 1983 en una reunión extraordinaria llevada a cabo en el mes de Junio de 1983.

Posteriormente, fue revisada en reuniones llevadas a cabo en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1987; y en una segunda oportunidad fue revisada en los meses de Junio y Julio de 1989.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACION DE LA PRESENTE NORMA TECNICA NACIONAL

- | | |
|---|----------------------------|
| - ITINTEC | Ing. Mercedes Candiotti F. |
| - AGRARIA EL ESCORIAL S.A. | Sr. Jimmy Parodi S. |
| - BALKAIN SRL | Ing. Carlos Mori |
| - COMITE NACIONAL DE MEDICAMENTOS
ALIMENTOS Y DROGAS (CONAMAD) | Dra. Edith Rojas Ch. |
| - CIA. PERUANA DE ALIMENTOS
(PERULAC) | Dra. Virginia Reyna |
| - ESTACION EXPERIMENTAL AGRO-
INDUSTRIAL (EX INDDA) | Dra. Rosa Rosas |
| - ESTANCIAS GANADERAS ASOCIADAS
(EGASA) | Dr. Hugo Méndez |
| - GLORIA S.A. | Dr. Rodolfo Malpartida |
| - INSTITUTO NACIONAL DE NUTRI-
CION | Dra. Esther B. de Tovar |
| - ITINTEC-Oficina de Instalacio-
nes y Apoyo Técnico | Dr. Luis Huayna |
| - MINISTERIO DE AGRICULTURA-
Laboratorio de Certificación | Ing. Nélida Villaverde |
| - MUNICIPALIDAD DE LINCE | Dra. Elisa Rivas |
| - PROLACSUR | Ing. Teodoro Boza |
| - S.A.G. LUIS MARTIN | Ing. María Salinas |
| - SOCIEDAD GANADERA DEL CENTRO | Dra. Virginia Reyna |
| - PASTEURIZADORA MARANGA/
UNILEOHE | Dra. Carmen R. Lozada |
| - UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Planta Piloto de Leche | Ing. Isabel Falcón |
| - UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR
DE SAN MARCOS-Fac. de Farma-
cia y Biotecnología | Dr. Tomás Olcese |

3.7 Yogurt saborizado.- Es aquel que tiene saborizantes naturales y/o artificiales y otros aditivos permitidos por la autoridad sanitaria.

3.8 De los requisitos microbiológicos

3.8.1 n.- Es el número de unidades de muestra que deben ser examinadas de un lote de alimentos, para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo particular.

3.8.2 m.- Es un criterio microbiológico, el cual, en un plan de muestreo de dos clases separa buena calidad de calidad defectuosa; o en otro plan de muestreo de tres clases, separa buena calidad de calidad marginalmente aceptable. En general "m" representa un nivel aceptable y valores sobre el mismo que son marginalmente aceptables o inaceptables.

3.8.3 M.- Es un criterio microbiológico, que en un plan de muestreo de tres clases, separa calidad marginalmente aceptable de calidad defectuosa. Valores mayores a "M" son inaceptables.

3.8.4 c.- Es el número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa. Cuando se encuentra cantidades mayores de este número el lote es rechazado.

3.8.5 Plan de muestreo.- Es la relación de los criterios de aceptación que se aplican a un lote basados en el análisis, por métodos específicos, del número necesario de unidades de muestra.

Nota.- Si es un plan de muestreo de dos clases se requieren los valores de n, c y m; y si lo es de tres clases los de n, c, m y M.

4. CLASIFICACION

4.1 Por el método de elaboración

4.1.1 Yogurt batido.

4.1.2 Yogurt coagulado o aflanado.

4.2 Por el contenido de grasa

4.2.1 Yogurt entero.

4.2.2 Yogurt parcialmente descrenado.

4.2.3 Yogurt descrenado.

4.3 Por el sabor

4.3.1 Yogurt natural.

4.3.2 Yogurt frutado.

4.3.3 Yogurt saborizado.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos generales

- 5.1.1 Las materias primas deberán cumplir con los requisitos establecidos para dichos productos en las Normas ITINTEC correspondientes, y deberán ser necesariamente pasteurizados.
- 5.1.2 La grasa de la leche, no podrá ser sustituida por elementos de origen no lácteo.
- 5.1.3 Los ingredientes que se utilizan (fermentos, saborizante, estabilizantes y colorantes alimentarios permitidos), deberán estar libres de impurezas.
- 5.1.4 El producto deberá estar libre de impurezas.
- 5.1.5 En el producto final deberán estar presentes, en forma abundante, microorganismos pertenecientes a las especies Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus.
- 5.1.6 Inmediatamente después de su elaboración, se deberá mantener el producto en refrigeración, hasta su consumo, a una temperatura de 7 °C o menos.
- 5.1.7 Al yogurt frutalo o al saborizado naturalmente se les podrá agregar hasta un 25% como máximo de ingredientes no lácteos.

5.2 Requisitos físico-químicos

5.2.1 Yogurt entero

- 5.2.1.1 Materia grasa de leche, mínimo 3,0 % m/m
- 5.2.1.2 Sólidos totales no grasos de la leche, mínimo 8,2 % m/m
- 5.2.1.3 Acidez en gramos de ácido láctico, mínimo 0,8 %

5.2.2 Yogurt parcialmente descremado

- 5.2.2.1 Materia grasa de leche, mínimo 1,0 % m/m
máximo 2,9 % m/m
- 5.2.2.2 Acidez en gramos de ácido láctico, mínimo 0,8 %

5.2.3 Yogurt descremado

- 5.2.3.1 Materia grasa de leche Menos de 1,0 % m/m
- 5.2.3.2 Sólidos totales no grasos de la leche, mínimo 8,26 % m/m
- 5.2.3.3 Acidez en gramos de ácido láctico, mínimo 0,8 %

5.3 Ingredientes

- 5.3.1 Al yogurt frutalo se le podrá agregar frutas, pulpa de frutas, compota; y al saborizado naturalmente se le podrá agregar jarabe de frutas, zumo (jugo) de frutas, miel, chocolate, cacao, nueces, café, azúcar, especias y otros saborizantes naturales inocuos.

5.4 Aditivos alimentarios

5.4.1 Saborizantes

Se podrán utilizar saborizantes artificiales que sean permitidos por la autoridad sanitaria competente.

5.4.2 <u>Colorantes</u>	<u>Nº de color Index</u>	<u>Dosis máxima</u>
Tartrazina	1914	18 mg/kg (0,0018%)
Amarillo ocaso FCF	15985	12 mg/kg (0,0012%)
Amaranto	16185	12 mg/kg (0,0012%)
Eritrosina	45430	27 mg/kg (0,0027%)
Indigotina	73015	6 mg/kg (0,0006%)
Caranilo	--	150 mg/kg (0,015%)
Negro brillante PN	28440	12 mg/kg (0,0012%)
Azorrubina	14720	57 mg/kg (0,0057%)
Cochinilla o ácido carmínico	75470	20 mg/kg (0,0020%)
Ponceau 4R	16255	48 mg/kg (0,0048%)

5.4.2.1 También se podrán utilizar otros colorantes indicados en la Norma ITINTEC 209.134, en las dosis máximas permitidas por la autoridad sanitaria competente.

5.4.3 <u>Estabilizadores</u>	<u>Dosis máxima</u>
Furcellarón	5 000 mg/kg (0,5%)
Goma Xanthan	5 000 mg/kg (0,5%)
Goma arábiga	5 000 mg/kg (0,5%)
Goma de algarrobo	5 000 mg/kg (0,5%)
Goma karaya	5 000 mg/kg (0,5%)
Agar-Agar	5 000 mg/kg (0,5%)
Cartagenán	5 000 mg/kg (0,5%)
Carboximetil celulosa sódica	5 000 mg/kg (0,5%)
Alginatos de sodio, potasio, calcio y amonio	5 000 mg/kg (0,5%)
Alginato de propilenglicol	5 000 mg/kg (0,5%)
Pectina	10 g/kg (1,0%)
Galatinol	10 g/kg (1,0%)
Almidón	10 g/kg (1,0%)

5.4.4 Conservadores en las sustancias saborizantes

	<u>Dosis máxima</u>
Acido sórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio	50 mg/kg (0,005%)
Dióxido de azufre	en el producto final,
Acido benzoico y sus sales de sodio, potasio y calcio	solos o combinados.

5.5 Requisitos microbiológicos

	<u>n</u>	<u>m</u>	<u>M</u>	<u>C</u>
Numeración de coliformes, ufc/g	5	3	10	
Numeración de hongos, ufc/g	5	10	100	
Numeración de levaduras, ufc/g	5	10	100	

6. INSPECCION Y RECEPCION

6.1 La inspección y recepción se realizará según la Norma ITINTEC correspondiente.

7. METODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo que se utilizan para comprobar los requisitos del yogurt son los siguientes:

7.1.1 Grasa.- De acuerdo a las Normas ITINTEC 202.018 Leche. Ensayo de materia grasa. Técnica de Babcock y 202.028 Técnica de Gerber.

7.1.2 Grasa. Método de referencia.- De acuerdo a la Norma ITINTEC 202.027 Leche en polvo. Determinación de la materia grasa Método de Roesse Gottlieb.

7.1.3 Sólidos totales.- De acuerdo a la Norma ITINTEC 202.011 Leche. Ensayo de sólidos totales y sólidos totales no grasos. Método usual.

7.1.4 Acidez.- De acuerdo a la Norma ITINTEC 202.009 Leche. Ensayo de acidez.

7.1.5 Hongos y levaduras; y coliformes.- De acuerdo a la Norma ITINTEC 202.083 Leche y Productos Lácteos. Ensayos microbiológicos.

8. ENVASE Y ROTULADO

8.1 Envase

8.1.1 El yogurt deberá estar envasado herméticamente de tal forma que durante su almacenamiento, transporte y comercialización, quede protegido de alteraciones que disminuyan la calidad del producto.

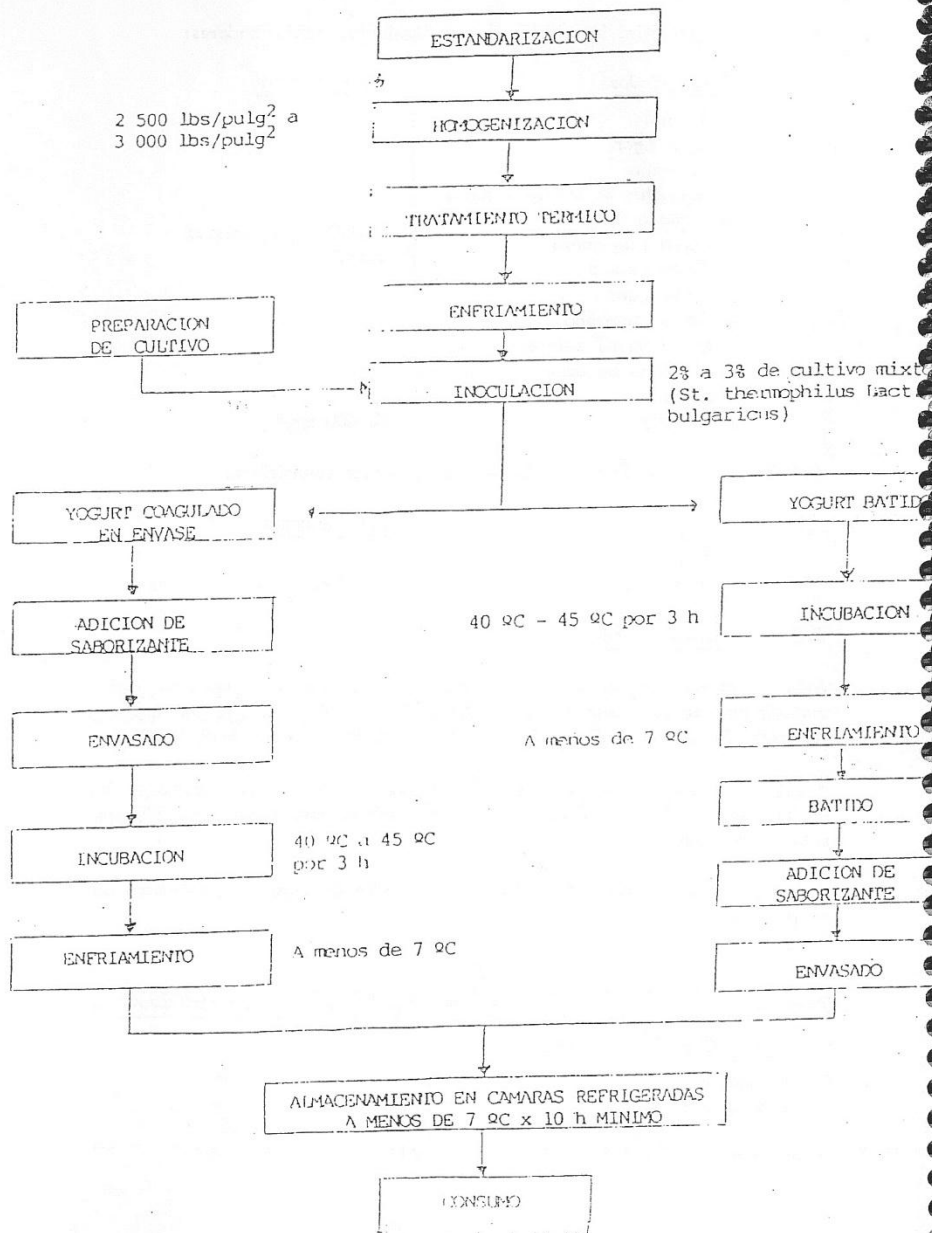
8.2 Rotulado

El rotulado deberá cumplir con lo especificado en la NIN 209.038 y se deberá indicar en forma especial lo siguiente:

- Nombre del alimento: yogur o yogurt.
- Clasificación de acuerdo al capítulo 4, pudiéndose omitir el criterio de clasificación mencionado en 4.1 por el método de elaboración.
- Marca registrada.
- Registros varios: Registro Industrial (R.I.); Registro de Productos Industriales Nacionales (RPIN); autorización sanitaria u otros exigidos por ley o reglamento.
- Lista de ingredientes por orden decreciente de proporciones, incluyendo aditivos.
- Contenido neto expresado de acuerdo al Sistema Legal de Unidades de Medida en el Perú (SLUMP).
- Nombre y dirección del fabricante.
- Fecha de producción.
- País de origen.
- Duración del producto y instrucciones para la conservación; debiéndose colocar la frase "Consumir antes de la fecha de vencimiento".

A. APENDICE

A.1 El yogurt se elabora mediante la aplicación de los procedimientos y tratamientos que se presentan, como ilustración, en el flujo-gra siguiente:



- Asimismo, también deberá cumplir con lo establecido en la Norma Metrológica PE-009-86 Rotulado de los productos envasados y con cualquier otra indicación exigida por ley o reglamento.

9. ANTECEDENTES

9.1 CODEX ALIMENTARIUS. Norma NP A (11b)(1976). Norma para el yogurt aromatizado y productos tratados térmicamente después de la fermentación. Roma-Italia.

9.2 Comité Mixto FAO/OMS de Expertos Gubernamentales sobre Código de Principios referentes a la leche y los productos lácteos. 1973. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Informe del Décimo-sexto Período de Sesiones. Roma-Italia.

9.3 Comité Mixto FAO/OMS de Expertos Gubernamentales sobre Código de Principios referentes a la Leche y los Productos Lácteos. 1975. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Informe del Décimo-Séptimo Período de Sesiones. Roma, Italia.

9.4 Comité Mixto FAO/OMS de Expertos Gubernamentales sobre Código de Principios referentes a la Leche y Productos Lácteos. 1976. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Informe del Décimo-Octavo Período de Sesiones. Roma, Italia.

9.5 Dubach, Josef. 1974. Quesos Andinos del Perú. Proyecto Queserías Andinas. Lima-Perú.

9.6 Frazier, W. 1969. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

9.7 Lerche, Martin. 1969. Inspección Veterinaria de la Leche. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

9.8 Sains, Rufo. 1936. Lechería y Mantequería Modernas. Editorial Oso. Barcelona, España.

9.9 Spreer, Edgar. 1975. Lactología Industrial. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
