



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL**

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA INDUSTRIAL

TÍTULO:

**Yogurt de leche de soja (Glycine máx) CEA CH-86, por
fermentación anaeróbica, laboratorio 107, Departamento de
Química, UNAN-Managua, Mayo - Diciembre 2020**

Autores:

Br. Alaníz Gaitán Emilio José
Bra. Mejía Mendoza Angélica Fabiola
Bra. Sevilla Centeno Reyna Isabel

Tutor:

Lic. Yesler Ernesto Bermúdez Tercero

Asesor metodológico:

MSc. José Luis Prado Arroliga

Managua, Diciembre, 2020

ASPECTOS

GENERALES



TITULO

Yogurt de leche de soja (*Glycine máx*) CEA CH-86, por fermentación anaeróbica, laboratorio 107, Departamento de Química, UNAN-Managua, Mayo - Diciembre 2020.

DEDICATORIAS

Dedico esta monografía primeramente a Dios por haberme brindado entendimiento, inteligencia y sabiduría para culminar mis estudios.

A mis padres, **Emilio José Alaniz Flores** y a mi madre **Jasmina del Carmen Gaitán Torrez**, por siempre estar a mi lado y por ser los pilares fundamentales de que esto se cumpliera.

A mi novia **Rosa María Rivas Alfaro**, por apoyarme incondicionalmente.

A mis seres queridos que están en el cielo, especialmente a mi abuela **Juliana Torrez Aragón** y a mi hermano **Emilio J. Flores González**.

Emilio José Alaniz Gaitán

A **Dios** y a la **virgen** por ser el soporte de mi vida, por brindarme entendimiento y sabiduría para poder llevar a cabo todos los planes que me he propuesto y por guiar mi camino de la mejor manera por ser el faro que ilumina mi camino.

A mis padres, **Cornelio Mejía** y **Gloria Mendoza**, por haberme inculcado excelentes bases y valores en mi desarrollo como persona, por ser los pilares que me ayudan a crecer, sobre todo por creer en mí y brindarme confianza para seguir adelante.

A mis hermanos, **Mejía Mendoza**, por ser quienes me han apoyado tanto emocional como económicamente en mis años de estudios y por ser uno de los mejores regalos que Dios puso en mi vida.

Angélica Mejía Mendoza.

“Siempre obtendremos mejores resultados si lo realizamos de la mano de Dios y en buena compañía”

Acto que dedico primeramente a Dios y a la virgen; por Permitirme vivir y bendecirme en las múltiples etapas de mi vida; Por darme fuerzas, fe y esperanza en mis metas trazadas.

A mis padres; por ser los primeros maestros de la vida, por los esfuerzos y sacrificios hechos. Dicen que la mejor herencia que nos pueden dejar los padres son los estudios, sin embargo, no creo que sea el único legado del cual yo particularmente me siento muy agradecida, mis padres me han permitido trazar mi camino y caminar con mis propios pies hacia mi vida profesional, ellos son mis pilares, les dedico este trabajo a **Jerónima centeno y Luis Sevilla.**

A mis hermanas, por su comprensión, por sus valiosos consejos, y por ser mis mayores ejemplos a seguir, cada una de ellas tiene algo del cual yo me siento muy orgullosa por sus logros.

A **Leonicia Sevilla;** mi segunda madre, le dedico todo el esfuerzo y dedicación que he puesto en mi carrera, con mucho amor y cariño, ha sido una de las principales personas que me ha brindado su apoyo en mi preparación profesional.

Reyna Isabel Sevilla centeno

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a **Dios** por haberme permitido llegar a esta instancia.

A mi madre **Jasmina del Carmen Gaitán Torrez** y a mi padre **Emilio José Alaníz Flores**, por apoyarme en todo mi trayecto universitario y por estar incondicionalmente a mi lado.

A mi novia **Rosa María Rivas Alfaro** por estar siempre presente, por aconsejarme, apoyarme y brindarme el Gran amor que siente por mí.

A mi tutor **Yesler Bermúdez** por apoyarnos en este trabajo monográfico, aconsejarnos y por brindarnos su conocimiento en formulación.

Al Master **José Luis Prado Arroliga**, por apoyarnos y brindarnos un poco de sus conocimientos por ser un gran maestro profesional, amigo y una gran persona.

Al director del departamento de Química **Frank Medrano**, por las enseñanzas brindadas.

Al PhD. **Jorge Pitty**, por sus conocimientos brindados durante el trayecto de dicha carrera, por su paciencia y amor incondicional a la ciencia y la enseñanza.

A mis amigos **Ricardo Bermúdez, Jonathan Osejo, Luis Gaitán, Dalba Brenes, Jeannette Vargas y Angélica Mejía** por la amistad sincera brindada en todos estos años.

Emilio José Alaniz Gaitán

Agradezco primeramente a **Dios**, por la salud e inteligencia que me ha brindado durante mi vida.

A mis padres **Cornelio Mejía y Gloria Mendoza**, por estar siempre en los desafíos de mi vida animándome a seguir adelante.

A mis hermanos **Mejía Mendoza**, por ser parte de mis altibajos y por inspirar motivación en mi vida, a mis familiares por el apoyo que me brinda y de manera especial a **Maritza Mendoza** por su apoyo incondicional.

Al Lic. **Yesler Bermúdez** y al MSc. **José Luis Prado**, por dedicarnos tiempo y conocimientos en nuestra Monografía, a los demás profesores que aportaron la semilla del conocimiento, llevándome al límite de retos en estos 5 años de estudio.

A mis compañeros de trabajo **Reyna Sevilla** y **Emilio Alaníz**, por los años de conocimientos compartidos y por su amistad sincera.

Angélica Mejía Mendoza.

Mi agradecimiento va dirigido a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, primeramente, por permitirme culminar esta etapa satisfactoriamente al lado de mis amigos y familiares que siempre estuvieron apoyándome.

Agradezco infinitamente a mis padres **Luis Sevilla y Jerónima Centeno** que a lo largo de mi carrera universitaria han estado presentes tanto física como emocionalmente.

A **Leonicia Sevilla** por que, hasta el día de hoy, ha estado pendiente de mí, por brindarme las facilidades para poder culminar mi carrera.

De manera especial quiero agradecer a Lic. **Yesler Ernesto Bermúdez** y a MSc. **José Luis Prado Arroliga** quienes nos han brindado de su tiempo, aportando sus conocimientos para la investigación, redacción, y desarrollo de esta monografía.

A mi mejor amiga y compañera de trabajo **Angélica Mejía Mendoza**, a quien agradezco su apoyo y confianza a lo largo de la carrera, por brindar de su mayor esfuerzo para la culminación de esta monografía.

Reyna Isabel Sevilla Centeno



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

CERTIFICACIÓN DE AUTENTICIDAD Y AVAL TUTORIAL



La presente monografía titulada “***Yogurt de leche de soja (Glycine máx) CEA CH-86, por fermentación anaeróbica, Laboratorio 107, Departamento de Química, UNAN-Managua, Mayo - Diciembre 2020***”, ha sido realizada por los Bachilleres ***Angélica Fabiola Mejía Mendoza, Reyna Isabel Sevilla Centeno y Emilio José Alaníz Gaitán***, bajo la dirección del ***Lic. Yesler Ernesto Bermúdez Tercero*** y la asesoría metodológica del ***MSc. José Luis Prado Arroliga***. Ambos damos fé de que la investigación es propiedad intelectual fidedigna y original de ellos, además que han cumplido con todas las disposiciones y requisitos académicos según el Capítulo III del Título IV del Reglamento del Régimen Académico Estudiantil para optar al título de Licenciado en Química Industrial.

Managua, 10 de diciembre del 2020

Yesler Ernesto Bermúdez, Lic
Departamento de Química
UNAN-Managua

José Luis Prado, MSc.
Departamento de Química
UNAN-Managua

UNAN–Managua, Departamento de Química
Telf.: 2278-6769 Ext: 15

RESUMEN

El grano de soja, se cultiva en Managua, Masaya y zonas occidentales. Actualmente la mayoría de la población consume la soja en sus variados productos, como Tofu, Miso, salsa de soja, aceite, y actualmente la más consumida es la bebida de soja o leche vegetal, de manera que se procedió a realizar la extracción de esta leche mediante 3 técnicas (Cornell, tradicional, e Illinois), seleccionando así, la técnica más adecuada y de una vez realizando los análisis correspondientes.

Por lo tanto, se pudo constatar que es una bebida enriquecida en proteínas, minerales y grasa insaturada, también reconocida por tener propiedades similares a la leche bovina, con la diferencia que no contienen lactosa, por lo cual se dio apertura a la pre formulación de un yogurt que cumpliera con la características tradicionales del mismo por ende se utilizó como apoyo un programa estadístico como lo es Taguchi en el cual se realizaron 9 corridas añadiendo el probiótico y los aditivos en diversas concentraciones seleccionando la que más se asimilara a dichas características para proceder a realizar los análisis fisicoquímicos a la corrida seleccionada y evaluando la aceptabilidad del producto en los consumidores.

De acuerdo a la investigación realizada, se constató mediante una evaluación que este producto tiene aceptabilidad en los consumidores.

Palabras clave: yogurt, soja, CEA CH-86, fermentación.

SUMMARY

The soybean grain is cultivated in Managua, Masaya and western areas. Currently the majority of the population consumes soy in its various products, such as Tofu, Miso Soy sauce, Oil, and currently the most consumed is the soy drink or vegetable milk, so that this milk was extracted using 3 techniques (Cornell, traditional, and Illinois), thus selecting the most appropriate technique and performing the corresponding analyzes at once.

Therefore, it was found that it is a drink enriched in proteins, minerals and unsaturated fat, also recognized for having similar properties to bovine milk, with the difference that they do not contain lactose, thus opening the pre-formulation of a yogurt that complied with its traditional characteristics, therefore, a statistical program such as Taguchi was used as support in which 9 runs were carried out adding the probiotic and additives in different concentrations, selecting the one that most closely assimilated these characteristics to proceed to carry out the physicochemical analyzes on the selected run and evaluating the acceptability of the product to consumers.

According to the research carried out, it was found through an evaluation that this product has acceptability to consumers.

Keywords: yogurt, soy, CEA CH-86, fermentation.

Abreviaturas y términos

AF	Ácido Fítico	Cal	Calorías
AOAC	Sociedad Americana de Químicos Analistas	Kcal	Kilocalorías
ATT	Acidez Titulable	mg	Miligramos
BAL	Bacterias ácido lácticas	g	Gramos
DNA	Acido desoxirribonucleico	L	Litros
E.coli	Echeriachiacoli	Kg	Kilogramos
Ec	Coliformes fecales	°C	Grados Celsius
FDA	Agencias de medicamentos norteamericana (Food and Drys Administration)	mL	Mililitros
HDL	lipoproteínas de alta densidad	j	joule
H2SO4	Ácido sulfúrico		
LAFQA	Laboratorio de Análisis Físicos químicos de alimentos.		
LDL	lipoproteínas de baja densidad		
Na (OH)	Hidróxido de sodio		
NTE- INEN	Norma técnica Boliviana/ Instituto Ecuatoriano de Normalización		
NTON	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense		
NMP	Numero mas probable		
P	Fosforo		
pH	Potencial Hidrogeno		
RURMA	Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés		
UFC	Unidades formadoras de colonias		

ÍNDICE

TITULO.....	I
DEDICATORIAS	II
AGRADECIMIENTOS	IV
CERTIFICACIÓN DE AUTENTICIDAD Y AVAL TUTORIAL	VII
RESUMEN	VIII
SUMARY	IX
ÍNDICE	XI
CAPÍTULO I	XVIII
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO II	
2.1. Marco Referencial	5
2.1.1. Generalidades de la soja.	5
2.1.1.1. <i>Descripción morfológica de la soja.</i>	5
2.1.1.3. <i>Derivados de la soja.</i>	7
2.1.1.4. <i>Variedades de soja en Nicaragua.</i>	8
2.1.2. Especie Glycine max (L).....	8
2.1.2.1. <i>Variedad a utilizar (CEA-CH-86).</i>	8
2.1.2.2. <i>Propiedades de la semilla.</i>	9
2.1.3. Leche de origen vegetal.	11

2.1.3.1.	<i>Leche de soja.</i>	11
2.1.3.2.	<i>Productos de soja no fermentados.</i>	12
2.1.3.3.	<i>Técnicas para la extracción de la leche de soja.</i>	12
2.1.3.4.	<i>Control de calidad de la leche vegetal.</i>	13
2.1.4.	Yogurt	14
2.1.4.1.	<i>Clasificación del yogurt.</i>	14
a)	<i>Clasificación del yogurt en función de sus diferentes tratamientos.</i>	14
2.1.4.3.	<i>Composición físico química del yogurt según el Codex.</i>	17
2.1.4.4.	<i>Tipos de yogurt vegetal.</i>	18
2.1.5.	Fermentación anaeróbica.	18
2.1.8.	Proceso de elaboración del yogurt.	23
2.2.	ANTECEDENTES	24
2.3.	HIPÓTESIS	26
Capítulo III		
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO	26
	Descripción del ámbito de estudio.	26
3.1.1.	Tipo de estudio	26
3.1.2.	Población y muestra	28
3.2.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.	29
3.3.	MATERIAL Y MÉTODO	33
3.3.4.	Métodos	36
CAPITULO IV		
4.1.	Etapas del proceso de obtención de la leche de soja.	58
4.1.	Análisis Físico-Químico de la leche de soja	62
4.2.	Fase experimental en la formulación del yogurt	65
4.3.	Análisis, físico-Químicos del yogurt	77
4.4.	Etiquetado del producto final	84
4.5.	Evaluación sensorial	85
CAPITULO V		
5.1.	CONCLUSIONES	90
5.2.	RECOMENDACIONES	91
5.3.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
Anexos		95

Índice de gráficos

<i>Gráfico 3.1. Efectos principales Taguchi.....</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico 4.1. Análisis del pH de la muestra 1.....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfico 4.2. Análisis del pH de la muestra 2.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 4.3. Análisis del pH de la muestra 3.....</i>	<i>70</i>
<i>Gráfico 4.4. Análisis del pH de la muestra 4.....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico 4.5. Análisis del pH de la muestra 5.....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico 4.6. Análisis del pH de la muestra 6.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico 4.7. Análisis del pH de la muestra 7.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico 4.8. Análisis del pH de la muestra 8.....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfico 4.9. Análisis del pH de la muestra 9.....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfico 4.10. Promedio obtenido en las corridas</i>	<i>76</i>
<i>Gráfico 4.11. Evaluación textura del Yogurt.....</i>	<i>85</i>
<i>Gráfico 4.12. Evaluación olor del Yogurt.....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfico 4.13. Evaluación sabor del Yogurt.....</i>	<i>87</i>
<i>Gráfico 4.14. Evaluación color del yogurt.....</i>	<i>88</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 2.1. composición química del grano seco de la soja</i>	10
<i>Tabla 2.2. clasificación del yogurt en sus diferentes tratamientos</i>	14
<i>Tabla 2.3. Yogurt parcialmente o semidescremado</i>	15
<i>Tabla 2.4. Yogurt descremado</i>	16
<i>Tabla 2.5. Características microbiológicas del yogurt</i>	16
<i>Tabla 3.1. Operacionalización de las variables independientes</i>	17
<i>Tabla 3.2. Operacionalización de las variables independiente</i>	18
<i>Tabla 3.3. Operacionalización de las variables dependientes</i>	19
<i>Tabla 3.4. Equipos, reactivos y materiales en la extracción de leche de soja</i>	20
<i>Tabla 3.5. Determinación para acidez titulable</i>	21
<i>Tabla 3.6. Materiales para determinar porcentaje de proteínas por el método Kjendahl en la leche.</i>	34
<i>Tabla 3.7. Determinación del porcentaje de grasa en la leche</i>	34
<i>Tabla 3.8. Evaluación sensorial de las características organolépticas</i>	35
<i>Tabla 3.9. Determinación de cenizas totales en el yogurt</i>	35
<i>Tabla 3.10. Peso de las muestras en el tubo.</i>	46
<i>Tabla 3.11. Resultado del análisis de proteína por el método kjendahl</i>	48
<i>Tabla 3.12. Determinación de humedad total</i>	52
<i>Tabla 4.1. Resultado de las técnicas de preparación de la leche de soja</i>	52
<i>Tabla 4.2. Datos gastados de H₂SO₄ para determinar proteínas</i>	55
<i>Tabla 4.3. Valores de diseño de experimento para la formulación</i>	60
<i>Tabla 4.4. Evaluación del pH en la muestra 1</i>	63
<i>Tabla 4.5. Evaluación del pH en la muestra 2</i>	66
<i>Tabla 4.5. Evaluación del pH en la muestra 3</i>	68
<i>Tabla 4.6. Evaluación del pH en la muestra 4</i>	69
<i>Tabla 4.7. Evaluación del pH en la muestra 5</i>	70
<i>Tabla 4.8. Evaluación del pH en la muestra 6</i>	71
<i>Tabla 4.9. Evaluación del pH en la muestra 7</i>	71
<i>Tabla 4.10. Evaluación del pH en la muestra 8</i>	72
<i>Tabla 4.11. Evaluación del pH en la muestra 9</i>	74

<i>Tabla 4.12 Evaluación del pH en las corridas</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 4.13 cenizas totales</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 4.14 Datos obtenidos en el proceso de digestión</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 4.15 mL gastados de H₂SO₄ en la titulación del yogurt</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 4.16 porcentaje de nitrógeno obtenidos en el yogurt.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 4.17 porcentaje de proteínas.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 4.18 Determinación de humedad en el yogurt.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 4.19 porcentaje de grasas en el yogurt</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 4.20 Determinación de conductividad del yogurt</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 4.21 Análisis del pH</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 4.22 Análisis de acidez titulable</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 4.23 Análisis de grados Brix</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 4.24 Determinación de viscosidad del yogurt</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 4.25 Evaluación de la textura del yogurt.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 4.26 Evaluación del olor en yogurt.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla. 4.27 Evaluación del sabor en yogurt.....</i>	<i>87</i>

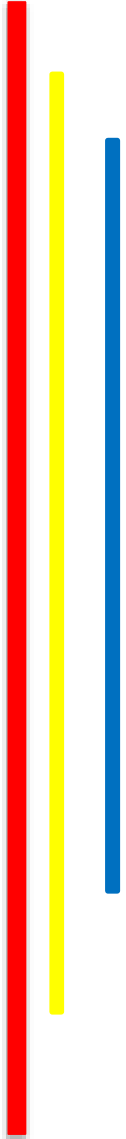
Índice de Ilustraciones.

<i>Ilustración 2.1. Planta de soja</i>	5
<i>Ilustración 2.2. Floración de la planta de soja</i>	6
<i>Ilustración 2.3. Formación de la vaina de soja</i>	6
<i>Ilustración 2.4. Maduración de la vaina de soja</i>	7
<i>Ilustración 2.5. Maduración completa de la vaina de soja</i>	9
<i>Ilustración 2.6. Composición química del yogurt según Códex 322R</i>	17
<i>Ilustración 3.1. Niveles establecidos por Taguchi</i>	45
<i>Ilustración 3.2. Diseño experimental Taguchi</i>	45
<i>Ilustración 4.1. Etiqueta</i>	84

Índice de Anexos.

<i>Anexo 1: preparación de la leche de soja</i>	<i>1</i>
<i>Anexo 2: Análisis de la leche de soja obtenida</i>	<i>2</i>
<i>Anexo 3: formulación del yogurt.....</i>	<i>3</i>
<i>Anexo 4: Análisis físico químicos del yogurt griego</i>	<i>4</i>
<i>Anexo 5: Etiqueta del yogurt griego a base de leche de soja</i>	<i>6</i>
<i>Anexo 6: flujograma de los procesos de la leche de soja.....</i>	<i>7</i>
<i>Anexo 7: formulación del yogurt griego</i>	<i>10</i>
<i>Anexo 8: Encuesta</i>	<i>12</i>
<i>Anexo 9: Análisis microbiológicos</i>	<i>14</i>

CAPÍTULO I



1.1. INTRODUCCIÓN

En la presente monografía se desarrolló bajo el tema titulado “yogurt de leche de soja (*Glycine max*) CEA-CH 86, por fermentación anaeróbica” el cual consistió principalmente de la extracción de la leche de soja, donde se describen las 3 técnicas; la Cornell, la tradicional y la Illinois. Desarrollado en el laboratorio 107 y realizando sus posteriores análisis en el laboratorio de alimentos (LAFQA) ubicado en el Departamento de Química de la UNAN-Managua.

La soja posee los ocho aminoácidos esenciales en su valor proteico, lo que la hace importante en la dieta del consumidor, de esta variedad de soja, se derivan varios productos alimenticios importantes para el paladar, como lo es el yogurt de soja, en el cual está descrita esta monografía. En base a ello, se considera formular este producto alimenticio, que contenga características similares al de leche bovina.

Se describe el proceso de elaboración del yogurt de soja, a partir de un diseño experimental (Taguchi) en el programa Minitab versión 19, de una escala de nueve puntos, para la determinación de una formulación, asegurando así, la estabilidad del yogurt.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Nicaragua, el yogurt más conocido o más bien el único producido a nivel nacional con el 88% de aceptación en los consumidores, ha sido el yogurt a base de leche bovina por sus propiedades, que en la mayoría de los casos benefician al consumidor, aunque carece de nutrientes, (flavona e isoflavonas) que promuevan el funcionamiento adecuado del organismo en un determinado ciclo de vida.

Ante lo mencionado, se podría reemplazar la leche bovina, por leche vegetal extraída del grano de soja, útil para la elaboración de yogurt. De esta forma se da apertura a la formulación de un producto que a nivel nacional no se comercializa, ampliando así la oferta dirigida al rubro agroindustrial y alimenticio que requieren de la ingesta de flavona e isoflavonas, el cual impulsa el aprovechamiento de un grano producido en zonas occidentales de Nicaragua.

En el desarrollo de una alternativa de consumo a favor de los nicaragüenses, se perfila como materia prima el grano de soja para la elaboración de alimentos funcionales, utilizado por proporcionar nutrientes que generan beneficios a la salud. Por lo tanto, surge la siguiente pregunta, ¿Cuáles son las condiciones óptimas para la elaboración de un yogurt que tenga como base la leche de soja?

Delimitado el problema, se derivan las siguientes preguntas: ¿Cuál es el procedimiento para la extracción de la leche de soja que permita su empleo como base para elaborar el yogur vegetal? ¿Qué tipo de aditivos deben ser utilizados en la formulación? ¿Qué condiciones se requieren para la producción de un yogur a base de leche de soja? ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos a considerar como parte del control de calidad en un yogurt a base de soja?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La soja (Glycine Max) es conocida a nivel mundial por su alto contenido en proteínas, además, de ser una leguminosa que aporta nutrientes, como carbohidratos, fibra alimentaria, lípidos, ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. Sus proteínas vegetales son de elevada calidad al tener todos los aminoácidos esenciales para el organismo.

Por lo tanto, se considera importante desde el punto de vista industrial a nivel nacional, generando una oportunidad de aprovechamiento de la soja, siendo una leguminosa potencialmente producida en Nicaragua; como materia prima para elaborar yogur vegetal, tomando como base la leche de soja, haciendo un énfasis en los beneficios a la salud de los consumidores de productos derivados.

Por ende, se pretende formular un yogur vegetal que cumpla con los parámetros de calidad y sirva como suplemento, debido a sus propiedades alimenticias, por lo que beneficia al corazón y sistema circulatorio, ayudando a prevenir la osteoporosis. Además de impulsar la producción de yogur vegetal, explotando los insumos que se cultivan en el país, ya que a nivel nacional no se produce o comercializa comúnmente este tipo de producto.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Formular un yogurt de leche de soja (Glycine máx, CEA CH-86), por fermentación anaeróbica, Laboratorio 107, Departamento de Química, UNAN-Managua, Mayo – Diciembre 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Desarrollar la extracción de leche de soja en las técnicas: Cornell, Illinois y la tradicional, para la formulación del yogurt.
2. Cuantificar el, %grasa, %proteína y densidad de la leche de soja obtenida y realizar los análisis sensoriales.
3. Evaluar la formulación del yogurt de acuerdo al CODEX ESTAN 192-1995 (Norma general para los aditivos alimentarios).
4. Verificar la estabilidad del yogurt y declarar la información nutricional de acuerdo a la norma general para etiquetados NOM-051-SCFI_SSA1-2010, (Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados- Información comercial y sanitaria).

CAPITULO II



2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Generalidades de la soja.

Nombres Populares: soja, soya, soja (Portugal, Francia), soya (Inglaterra), soia (Italia), soja bohne (Alemania); del griego *glykys* que significa “dulce”. Es una legumbre de ciclo anual, de porte erguido, que alcanza entre 0,4 y 1,5 metros de altura, Posee hojas grandes trifoliadas y pubescentes. (Ridner, 2006)

Ubicación taxonómica

- ✚ Su nombre científico es *Glycine Max* (L.)
- ✚ Reino: vegetal.
- ✚ Género: *Glycine*.
- ✚ Clase. Angiosperma.
- ✚ Familia: Leguminosa.
- ✚ Sub familia de las Papilionáceas (Fabáceas).

Ilustración 2.1. Planta de soja.



Fuente: (Salvachua, 2013)

Existen tres especies principales:

- ✚ *Glycine ussuriensis* en estado natural.
- ✚ *Glycine max* cultivada.
- ✚ *Glycine gracilis* intermedia.

Siendo *Glycine max* la más desarrollada en todo el mundo. (Ridner, 2006)

2.1.1.1. Descripción morfológica de la soja.

Según (InfoAgro, 2020) en su artículo sobre la soja describe como morfología a:

- a) **Tallo:** Rígido y erecto, adquiere alturas variables, de 0,4 a 1,5 metros, según variedades y condiciones de cultivo. Suele ser ramificado. Tiene tendencia a encamarse, aunque existen variedades resistentes al vuelco.

- b) **Sistema radicular:** Es potente, la raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 40-50 cm. En la raíz principal o en las secundarias se encuentran los nódulos, en número variable.
- c) **Hojas:** Son alternas, compuestas, excepto las basales, que son simples. Son trifoliadas, con los folíolos oval-lanceolados. Color verde característico que se torna amarillo en la madurez, quedando las plantas sin hojas. (InfoAgro, 2020)
- a) **Flores:** Se encuentran en inflorescencias racemosas axilares en número variable. Son amariposadas y de color blanquecino o púrpura, según la variedad.

Ilustración 2.2. Floración de la planta de soja.



Fuente: (Agro-edu, 2013)

- b) **Fruto:** Es una vaina dehiscente por ambas suturas. La longitud de la vaina es de dos a siete centímetros. Cada fruto contiene de tres a cuatro semillas. (InfoAgro, 2020)

Ilustración 2.3. Formación de la vaina.



Fuente: (Agro-edu, 2013)

- c) **Semilla:** Generalmente es esférica, del tamaño de un guisante y de color amarillo. Algunas variedades presentan una mancha negra que corresponde al hilo de la semilla. Su tamaño es mediano (100 semillas pesan de 5 a 40 gramos, aunque en las variedades comerciales oscila de 10 a 20 gramos). (InfoAgro, 2020)

Ilustración 2.4. Maduración de la vaina.



Fuente: (Agro-edu, 2013)

La semilla es rica en proteínas y en aceites. En algunas variedades mejoradas presenta alrededor del 40-42% de proteína y del 20-22% en aceite, respecto a su peso seco. (InfoAgro, 2020)

2.1.1.3. Derivados de la soja.

A nivel mundial, en el mercado de la soja se oferta una gran variedad de productos, tanto destinados al consumo humano como empleados en el enriquecimiento de los piensos compuestos de uso animal. De entre todos ellos tenemos.

- | | | |
|-------------------|---------------------|-----------|
| ✚ Semilla. | ✚ Miso. | ✚ Natto. |
| ✚ Brotes de soja. | ✚ Salsa de soja. | ✚ Okara. |
| ✚ Leche de soja. | ✚ Tempech. | ✚ Harina. |
| ✚ Tofú. | ✚ Soja texturizada. | |
| | ✚ Aceite. | |

2.1.1.4. Variedades de soja en Nicaragua.

Las variedades mejoradas a utilizarse para la siembra en Nicaragua, son aquellas recomendadas para las diferentes regiones las cuales son: Cristalina, CEA-CH-86, INTA-TAIWÁN S 2036 y SEMSA 107. En el caso de la siembra para estas variedades se debe evitar riesgos de contaminación genética y física, se recomienda establecer aislamiento de 5 metros en lotes de soja con variedades y categoría diferentes.

Las épocas de siembra están determinadas por el patrón de lluvia (humedad de suelo) y en zonas secas en el departamento de Granda, la siembra se hace entre el 15 de junio al 5 de agosto. (INTA, 2020)

2.1.2. Especie Glycine max (L).

Es la más usada y producida a nivel mundial; por cuanto se hace uso de la misma para la realización de esta investigación.

Según un estudio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2007) la soja Glycine max (L) se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales, como Chinandega, León, Granada, Managua y Masaya. Por su alto contenido de proteína, es usada en la formulación de alimentos nutritivos y baratos para humanos y animales, como la carne y la harina de soja entre otros. (Rodríguez Milagro, 2016)

2.1.2.1. Variedad a utilizar (CEA-CH-86).

CEA CH-86 es una variedad de soja generada por el Centro Experimental del Algodón en 1986. Se obtuvo a partir de una planta con características botánicas diferentes dentro de un lote sembrado de variedad cristalina por lo que se considera una mutación natural. (INTA, 2014)

La evaluación realizada por el CEA, permitió recomendarla para los Municipios de La Paz Centro, León, Quezalaguaque, Malpaisillo, Telica, en el departamento de León; Villa 15 de julio, Chinandega, Chichigalpa y el Viejo, en el departamento de Chinandega; y en todo el departamento de Managua y Masaya.

- ✚ **Época de Siembra:** Esta variedad es de ciclo largo, que de acuerdo a las condiciones agro-climáticas de las zonas, principalmente lluvias, se

Ilustración 2.5. Maduración completa de la vaina



Fuente: (INTA, 2014)

recomienda sembrar desde el 10 de junio hasta el 10 de julio.

2.1.2.2. Propiedades de la semilla.

La Agencia del Medicamento norteamericana (FDA) reconoció que 25 gramos por día de proteína de soja, puede reducir el riesgo de enfermedad cardiaca, esto como parte de una dieta baja en grasas saturadas y colesterol.

Entre los beneficios que la soja produce en el organismo de la mujer destacan la reducción de los síntomas de la menopausia y del riesgo de osteoporosis, así como la prevención de enfermedades dependientes de hormonas, incluyendo el cáncer de mama, el de endometrio. (AUCAL, 2019)

Tabla 2.1.

Composición química del grano seco de la soja.






Frijol soja, grano seco			
Proteínas	36,49 g	Hierro	17,70 mg
Ceniza	4,87 g	Tiamina	0,87 mg
Agua	8,54%	Riboflavina	0,87 mg
Grasas totales (lípidos)	19,94 g	Niacina	1,62 mg
Carbohidratos	30,16 g	Vitamina c	6 mg
Fibra dietética	9,30 g	Colesterol	0 mg
Energía	416 kcal	Potasio	1797 mg
Calcio	227 mg	Zinc	4,89 mg
Fosforo	707 mg	Sodio	2 mg

Fuente: (INCAP, 2012)

2.1.2.3. Proteína de soja.

La soja es un alimento muy rico en proteína, algunos derivados de ésta se consumen en sustitución de los productos cárnicos y es que su proteína es de muy buena calidad, casi comparable a la de la carne. Los adultos necesitamos ingerir con la dieta 8 aminoácidos (los niños 9) de los 20 necesarios para fabricar proteínas.

Esta proteína contiene varios componentes como:

-  Isoflavonas.
-  Genisteína.
-  Metionina.
-  Ácido fítico.
-  Inhibidores de la proteasa.

Estos ayudan a reducir los niveles de colesterol y reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular. Una dieta con proteína de soja tiene menores niveles de colesterol y estimula la formación ósea.

2.1.3. Leche de origen vegetal.

Las bebidas vegetales o leches vegetales son las nuevas demandas de la dietética contemporánea, esta nueva bebida que parece ser nuevo, se lanzó a través de una campaña donde se recomendaba a las mujeres el consumo de “**leche de soja**” para evitar algunos de los trastornos de la menopausia, gracias a su riqueza en isoflavonas.

A partir de ahí, empezaron a conocerse otros tipos de bebidas vegetales, básicamente de arroz y de avena, y progresivamente se incorporaron más variedades y se rescataron y adaptaron otras, como la de almendras. (Mercedes Blasco, 2017).

Por un lado, son “**bebidas**”, es decir, una forma muy agradable de aportar líquido orgánico a nuestro cuerpo. No hay que olvidar que en las dietas convencionales a menudo hay carencias de líquidos saludables, y estas leches permiten reestablecer los niveles hídricos del organismo. (Mercedes Blascos, 2017).

Por otra parte, son “**vegetales**”, lo que significa que se elaboran con materias primas de calidad, que aportan de forma directa la energía del sol y de la tierra, y además pueden ser muy variadas. (Mercedes Blasco, 2017).

Este tipo de leches son ligeras, no contienen lactosa ni colesterol, son muy adecuadas para la salud cardiovascular y el equilibrio orgánico en su conjunto. Además, presentan la ventaja de no contener antibióticos ni hormonas de origen animal. Con todo esto, las leches vegetales constituyen una fuente de sabores y elementos nutritivos variados, que se ajustan a las necesidades de cada persona.

2.1.3.1. Leche de soja.

Líquido lechoso que se obtiene al añadir ingredientes facultativos a las bebidas de soja básica y cuyo contenido en proteínas es inferior al de las bebidas de soja

compuestas o aromatizadas. Comprenden productos como bebidas de soja a las que ha sido añadida jugo, pulpa o concentrado de frutas. (NTE INEN 3028, 2018).

2.1.3.2. *Productos de soja no fermentados.*

Según Codex 322r- (2015) define que los productos de soja no fermentados, son los productos cuyos principales ingredientes son, la soja o sus derivados (harinas, concentrados o aislados de soja o soja desgrasada) y el agua que se producen sin proceso de fermentación.

Las bebidas de soja no fermentada se clasifican en:

a) La bebida de soja básica.

Es el líquido lechoso preparado a partir de granos de soja con proteína de elución y otros componentes en agua caliente o fría u otros medios físicos sin añadir ingredientes facultativos.

b) Bebidas de soja básica o pura.

Líquido lechoso preparado a partir de soja con proteína de elución y otros componentes en agua caliente o fría u otros medios físicos sin añadir ingredientes facultativos. Pueden eliminarse las fibras de los productos.

c) Bebidas de soja compuestas o aromatizadas.

Líquido lechoso que se obtiene al añadir ingredientes facultativos a las bebidas de soja básicas. Comprenden productos como las bebidas de soja con azúcar u otros edulcorantes permitidos, las bebidas de soja con especias, las bebidas de soja con sustancias aromáticas naturales y/o artificiales de uso permitido y las bebidas de soja salada.

2.1.3.3. *Técnicas para la extracción de la leche de soja.*

Las técnicas a utilizar en esta monografía para la extracción de leche son:

a) Técnica Tradicional.

Es una técnica sencilla, donde su producto final no solo tiene sabor y aroma residual a leguminosa, sino que también es un producto del cual se espera rendimientos de producción bajos.

b) Técnica Illinois.

Fue descubierto e introducido en el año 1975, donde su mayor parámetro crítico consiste en desactivar la enzima lipoxigenasa sumergiendo los granos de soja en agua caliente por un tiempo aproximado de 20 min. En este método también se utiliza bicarbonato de sodio en una de sus etapas para darle mejor sabor al producto final.

c) Técnica Cornell.

El método Cornell consiste en la desactivación de la enzima lipoxigenasa, directamente moliendo los granos de soja en agua caliente en temperaturas de 80 -100° C, por un tiempo de 5 – 10 min. Este método aprovecha íntegramente el grano de soja, el cual, significa que el grano no es descascarado para su posterior proceso. El método Cornell da como resultado un producto con altos niveles de proteína, baja percepción del aroma y sabor a leguminosa y permite que el rendimiento de producción sea alto. (Mercedes Blascos, 2017)

2.1.3.4. Control de calidad de la leche vegetal.

El análisis sensorial consiste en evaluar las propiedades organolépticas de los productos, es decir, todo lo que se puede percibir por los sentidos, y determinar su aceptación por el consumidor. En la leche de soja se pueden encontrar a veces las mismas características indeseables, pero principalmente se encuentran la flatulencia, el sabor a cereal, la astringencia, su viscosidad, el color no tan blanco.

Uno de los puntos a favor de la leche de soja es que es considerado un alimento funcional, entendiéndose por funcional aquel alimento que brinda una buena nutrición y que además contiene ingredientes activos que aportan beneficios a la salud.

2.1.4. Yogurt.

Según NTE INEN 710: Es el producto láctico obtenido por fermentación de la leche entera, semidescremada o descremada, previamente pasteurizada o esterilizada y por adición de bacterias específicas tales como *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus Thermophilus* libre de bacillusseudolacticos proteolíticos.

El yogurt probiótico puede ser un atractivo para los consumidores, porque la incorporación de ciertas bacterias probióticas, incrementa el valor terapéutico del mismo y ayuda a los consumidores a ingerir alimentos nutricionales que tengan beneficios adicionales a la salud.

Para la elaboración del yogurt se requiere leche y fermentos lácticos, siendo importante que la leche cumpla el requisito de estar en óptimas condiciones sanitarias, lo que se logra al ser sometida a proceso de pasteurización, además no debe poseer antibióticos, para que pueda ocurrir la fermentación de manera adecuada, y obtener un producto alimenticio con características fisicoquímicas y microbiológicas aceptables.

2.1.4.1. Clasificación del yogurt.

Hernández, (2003) menciona que en la actualidad se elaboran diferentes tipos de yogurt, los cuales difieren en su composición química, método de producción, sabor, consistencia, textura y proceso post-incubación entre ellos están: yogurt aflanado, yogurt batido, yogurt líquido. (Nieve, 2015)

a) *Clasificación del yogurt en función de sus diferentes tratamientos.*

Tabla 2.2

Clasificación del yogurt en función de sus diferentes tratamientos.

<i>Por su aroma y sabor.</i>	Yogurt natural, yogurt frutado y yogurt aromatizado.
<i>Por la consistencia del</i>	Yogurt aflanado, yogurt batido y yogurt batido o


<i>gel.</i>	líquido.
<i>Por su tratamiento Post-Incubación.</i>	Yogurt tratado químicamente, yogurt congelado, yogurt deshidratado y yogurt concentrado.
<i>Por el contenido de grasa.</i>	Yogurt entero, yogurt descremado y yogurt semi-descremado.

Fuente: (OMS, 2015)


b) *Clasificación del yogurt en función de su formulación.*

 Yogurt Natural.

Se entiende el producto de la leche coagulada obtenida por fermentación láctica, mediante la acción de lactobacilo. *Vulgaricus*, *Streptococcus* y *Thermophilus* a partir de la leche con o sin las adicciones facultativas.

 Yogurt azucarado.

Es el yogurt natural al que se le han añadido azúcar o azúcares comestibles.

 Yogurt edulcorado.

El yogurt natural al que se le ha añadido edulcorantes autorizados. Muchas veces los yogures desnatados son también edulcorados. Es probable que en ellos el contenido energético sea menor, pero habría que mirar en cada caso si lleva más ingredientes grasos. (NTON, 2007)

 Yogurt Frutado.

El yogurt natural al que se le ha añadido frutas, zumos o otros productos naturales. Se pueden utilizar como materias primas frutas y hortalizas (frescas, congeladas, en conserva liofilizadas o en polvo), puré de frutas, pulpa de frutas, compota, mermelada, confitura, jarabes, zumos, miel, chocolate, cacao, frutos secos, coco, café, especias y otros alimentos procesados o no. (NTON, 2007)

 Yogurt Aromatizado.

Son yogures naturales a los que se han añadido aromas y otros ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes autorizados. Como en los yogures con fruta, pueden llevar gelatina, así como almidones comestibles y aditivos en una dosis máxima de 3 g/kg de producto terminado. (NTON, 2007)

c) Clasificación de yogurt según el contenido de grasa.

 Yogurt.

El yogurt debe cumplir un contenido mínimo de grasa de leche es de 3,0% m/m y un contenido mínimo de extracto seco magro de la leche es de 8,2% m/m.

 Yogurt parcialmente o semidescremado.

Tabla 2.3.

Yogurt parcialmente o semidescremada.

Contenido máximo de grasa de la leche	Menos de 3,0% m/m
Contenido mínimo de grasa de la leche	más de 0,5% m/m
Contenido mínimo de extracto seco magro de la leche	8,2% m/m

Fuente: (NTON, 2007)


 Yogurt descremado.

Tabla 2.4.

Yogurt descremado.

Contenido máximo de grasa de la leche	0,5	%
Contenido mínimo de extracto seco magro de la leche	m/m	
	8,2	%
	m/m	

Fuente: (NTON, 2007)

2.1.4.3. Composición físico química del yogurt según el Codex.

Ilustración 2.1. Composición química del yogurt según el Codex 322-R.

	Leche fermentada	Yogur, yogur en base a cultivos alternativos y leche acidófila	Kefir	Kumys
Proteína láctea ^(a) (% w/w)	mín. 2,7%	mín. 2,7%	mín. 2,7%	
Grasa láctea (% w/w)	menos del 10%	menos del 15%	menos del 10%	menos del 10%
Acidez valorable, expresada como % de ácido láctico (% w/w)	mín. 0,3%	mín. 0,6%	mín. 0,6%	mín. 0,7%
Etanol (% vol./w)				mín. 0,5%
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido en la sección 2.1 (ufc/g, en total)	mín. 10 ⁷	mín. 10 ⁷	mín. 10 ⁷	mín. 10 ⁷
Microorganismos etiquetados ^(b) (ufc/g, en total)	mín. 10 ⁶	mín. 10 ⁶		
Levaduras (ufc/g)			mín. 10 ⁴	mín. 10 ⁴

(a) El contenido en proteínas es 6,38 multiplicado por el nitrógeno Kjeldahl total determinado.

(b) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico (aparte de aquellos especificados en la sección 2.1 para el producto en cuestión) que ha sido agregado como complemento del cultivo específico.

Fuente: (FAO , 2015)

2.3.5.1 Características microbiológicas

Según la norma técnica nicaragüense para el yogurt esta deberá cumplir con los requisitos especificados en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Características microbiológicas del yogurt.

Requisitos	N	M	M	c
Coliformes totales NMP/UFC/g	5	3 o 10	9 o 20	1
Coliforme Fecales NMP/UFC/g	5	<3 <10	-	0
Mohos levadura UFC/g	5	100	200	1

Fuente: (OMS, 2015). n= número de muestras que deben analizarse, m= Recuento mínimo recomendado, M=Recuento máximo permitido, C= número de muestra que se permite que tengan un mayor recuento que m, NMP= número más probable y UFC= unidad formadora de colonias.

2.1.4.4. Tipos de yogurt vegetal.

El yogurt es un alimento muy saludable siendo una excelente fuente de proteínas, calcio y fósforo con un excelente aporte y vitamina A, vitamina del complejo B y zinc. En la actualidad se comercializan dos tipos de yogures, el yogurt tradicional y el yogurt griego.

a) Yogurt griego.

Es una alternativa a los yogures tradicionales, es denso de cuerpo y muy cremoso, su consistencia más espesa es una combinación entre el yogurt y el tofu, su proceso de elaboración es muy parecido a la del yogurt tradicional con la diferencia de contar con un proceso extra de colado y filtrado para eliminar el suero de la leche con la que es producido.

b) Yogurt tradicional.

A diferencia del yogurt griego, es menos denso y mantiene todo el suero por eso, lo vemos nada más destapar la tapa. Destacando así que el yogurt griego contiene una mayor cantidad de proteínas, más grasa, calorías y vitamina B que el yogurt regular, y menos azúcar, calcio y sodio.

2.1.5. Fermentación anaeróbica.

La fermentación es un proceso natural que ocurre en determinados compuestos o elementos a partir de la acción de diferentes actores y que se podrían simplificar como un proceso de oxidación incompleta. Este proceso se da en algunos alimentos como pan, yogurt, bebidas alcohólicas etc.

2.1.5.3. Tipos de fermentación.

a) Butírica.

Es la conversión de los glúcidos en ácido butírico por acción de bacterias de la especie *Clostridium butyricum* en ausencia de oxígeno y se produce a partir de la lactosa con formación de ácido butírico y gas, se caracteriza por la aparición de olores pútridos y desagradables.

b) Láctica.

Es una ruta metabólica anaeróbica que ocurre en el citosol de la célula, en la cual se oxida parcialmente la glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico.

c) Acética.

Es la fermentación bacteriana por *Acetobacter*, un género de bacterias aeróbicas, que transforma el alcohol en ácido acético

d) Alcohólicas.

Se lleva a cabo fundamentalmente por levaduras del género *Saccharomyces*, que son hongos unicelulares que, en dependencia de la especie, se utilizan en la producción de pan, cervezas o vinos.

La leche azucarada o lactosa son fermentadas por esta bacteria y se forma el ácido láctico el cual da origen a la formación de la cuajada.

2.1.6. Bacterias para la fermentación de yogures.

La BAL son microorganismos diversos aislados de diferentes entornos, como vegetales, carnes, leches, plantas verdes y también se han aislado del tracto digestivo, se usan como cultivos iniciadores en la manufactura de productos lácteos, como leches acidificadas, yogurt y queso, también son aplicadas comercialmente en el procesamiento de bebidas alcohólicas (vino – cerveza) carnes vegetales y embutidos.

Desde hace mucho tiempo las BAL son utilizadas por la industria alimentaria por su capacidad de producir compuestos aromáticos y saborizantes, por ejemplo,

el tipo y cantidad de ácido láctico formado durante la fermentación es fundamental para la manufactura de alimentos. Además de producir compuestos y péptido beneficiosos para la salud. (Ramirez, 2011)

El yogurt de leche de soja, se produce al añadir cultivo a la leche ya sean *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* o *Lactobacillus Bulgaricus*. Estos cultivos son termofílicos y tienen como función principal la producción de ácido láctico, el cual proporciona la reducción de pH de la leche, un sabor ácido y refrescante.

- ✚ La primera bacteria tiene un mejor desarrollo con niveles altos de pH y, en un período de 2 horas y media reduce rápidamente el pH de 7,1 a aproximadamente 5,0, en tanto que la acidez total Titulable (ATT) sufre un drástico incremento de 0,11 a 0,44.
- ✚ El *L. acidophilus* se desarrolla a altas temperaturas y disminuye el pH de 7,1 a 6 y 4,0 de pH, en un periodo de 8 -12 horas.
- ✚ El *L.bulgaricus* se desarrolla mejor con un pH más bajo de 5,0 y disminuye el pH a un índice menor de aproximadamente 4,2 – 4,3, en un periodo de tres horas y media, pero la ATT se incrementa a 0,62, a cuyo valor se inhibe la fermentación.

Es importante evitar la formación excesiva de acidez y lograr una textura gelatinosa agradable mediante el rápido e inmediato enfriamiento del producto. El producto terminado deberá mantenerse en refrigeración hasta su consumo. Un cultivo iniciador provee las características particulares deseadas en forma controlable y predecible.

2.1.6.3. *Lactobacillus acidophilus*

Compuesto por las bacterias: *Lactobacillus Acidophilus*, *Lactobacillus Bulgaricus*, *Streptococcus Thermophilus*, *Bifidobacterium Bifidum*, *Bifidobacterium*

Infantis, Bifidobacterium Longum, Bifidobacterium Breve, y Bifidobacterium Adolescentis.

Produce un yogurt algo viscoso, pero no tanto como el yogur bífido puro; con un toque suavemente ácido, aunque compensado por el dulzor de las bifidobacterias, este yogurt se recomienda para el desarrollo de la flora del bebé y las personas que sufren de irregularidad intestinal. Se puede emplear para fermentar leche de vaca, cabra, u oveja, siendo la de cabra la más saludable.

También fermenta bebidas y leches vegetales, especialmente leche de soja, coco, y almendras, En el caso de la leche de soja, cuaja perfectamente. Las otras producen un yogurt líquido, aunque pueden espesarse, mezclándolas con soja, goma guar o almidón de tapioca. Se aconseja experimentar primero con bebida de soja, y con este yogur hacer resiembras en otras bebidas vegetales (Adolo, 2010).

2.1.7. Aditivos alimentarios.

Es toda sustancia que normalmente no se consume como alimento en sí misma, ni se usa como ingrediente característico de los alimentos, tenga o no valor nutritivo. Es la sustancia que se añade a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, su frescura, su sabor, su textura o su aspecto se denominan aditivos alimentarios.

El uso generalizado que la industria alimentaria actualmente hace de tipo de sustancias obliga a establecer unos mecanismos de control que regulen su correcta utilización y que verifiquen sus resultados. Para que una sustancia sea admitida como aditivo debe estar bien caracterizada químicamente y debe superar los controles toxicológicos establecidos por parte de los correspondientes organismos sanitarios. (FAO, 2003)

Así mismo, ha de demostrarse su necesidad de tal modo que su uso suponga ventajas tecnológicas y beneficios para el consumidor. Los motivos por los que deberá establecerse dicha necesidad son:

- ✚ Conservar la calidad nutritiva de un alimento.
- ✚ Proporcionar alimentos con destino a un grupo de consumidores con necesidades dietéticas especiales.
- ✚ Aumentar la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas.
- ✚ Favorecer los procesos de fabricación, transformación o almacenado de un alimento, siempre que no se enmascare.

2.1.7.3. Conservantes.

Los conservantes son sustancias que evitan o retrasan la podredumbre de los alimentos a causa de los microorganismos (bacterias, hongos o levaduras).

Un conservante es utilizado como un aditivo alimentario, que añadida a los alimentos bien sea de origen natural o artificial detiene o minimiza el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (Bacterias, Levaduras y mohos).

2.1.7.4. Edulcorante.

Aditivos alimentarios (diferentes del azúcar) que confieren a un alimento un sabor dulce. Para que un edulcorante sea utilizable como aditivo, además de ser inocuo, su sabor dulce debe percibirse rápidamente, tiene que ser lo más parecido al de la sacarosa (azúcar común) y no dejar regustos extraños. Además, ha de resistir las condiciones del alimento en el que se va a utilizar, que es usualmente ácido, así como los tratamientos a los que se vaya a someter.

2.1.7.5. Saborizante

Se llama saborizante a aquellos preparados especialmente de sustancias que disponen de principios aromáticos, que son reclutados de la naturaleza o provienen de sustancias artificiales y son de uso autorizado en material legal.

2.1.8. Proceso de elaboración del yogurt.

El proceso de preparación de yogurt de soja es similar al que se produce con leche bovina debido a que los pasos principales para elaborar el yogurt a base de soja incluyen: preparación de la leche, formulación, estandarización, pasteurización, homogenización, inoculación, tiempo de incubación y refrigeración.

Se deben tomar en cuenta algunos principios fundamentales para la elaboración de un yogurt de alta calidad estos incluyen la preparación de una leche de soja de alta calidad debido a que si presenta un sabor extraño es muy probable que este sabor aparezca en el yogurt. (Ramirez, 2011)

Es de vital importancia homogenizar la leche al añadir los ingredientes debido a que esto mejorara la uniformidad y palatabilidad del producto, es por esto que se hace tener una buena homogenización del proceso debido a que esto tiene a incrementar la firmeza y reducir la síntesis.

Se debe seleccionar cuidadosamente los tipos de cultivos del yogurt, este al igual que el elaborado a partir de leche bovina; se produce cultivando la leche de soja con cultivos mezclados de; estreptococos thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, y Lactobacillus acidophilus estos cultivos son termofilicos y se desarrollan bien a altas temperaturas. (Ramirez, 2011)

2.2. ANTECEDENTES

Internacionales

Méndez (2009), en su trabajo de tesis para optar al título de ingeniería química, realizó una investigación acerca del desarrollo de una formulación del tipo yogurt elaborado con leche de soja con edulcorante artificial y diseño del proceso de fabricación, con el objetivo de satisfacer las necesidades de aquellos consumidores que poseen diabetes, y que, además, no son capaces de digerir la lactosa, donde concluyo que este tipo de aditivo artificial es aceptable en la formulación de este yogurt.

Delgado (2013) en su tesis de pregrado en Universidad Laica ULEM, Ecuador, realizó un estudio denominado “Estabilidad del yogurt elaborado con diferentes combinaciones con leche de soja (Glycine Max) leche de vaca, fermento lácteo y edulcorado con stevia (*stevia rebaudiana*)”; trabajo que resalta el valor nutritivo que posee el grano de soja como fuente alimenticia altamente recomendable por sus principios digestibles, como también la ingesta del yogurt.

Pro SCiencias (2020) publicó un artículo científico titulado “Evaluación físico química de un yogurt con leche de soja y lacto suero dulce con tres sabores” en el cual realizaron los análisis físico-químicos del yogurt elaborado a todos los tratamientos en estudio para determinar su calidad final. A través de un análisis de varianza de los tratamientos se demuestra que los sabores no influyeron sobre estas, pero las proporciones de lacto suero-leche de soja si influyeron sobre estos parámetros de calidad estudiados. Explica que el yogurt debe de estar en un rango de pH entre 4,2 y 4,5 y manifiesta que este debería tener un pH bajo para que pueda ser conservado por más tiempo.

Saltos Arana (2009) en su trabajo de tesis para optar al título de ingeniera de alimentos, realizó una investigación titulada “ Aprovechamiento de soja para el desarrollo de alimentos funcionales”, con el objetivo desarrollar técnicas para la obtención de leche y técnica para la formulación del dulce de leche, así mismo técnica para la obtención de yogurt y la formulación de la granola, donde explica

que la técnica con mejores resultados en la obtención de leche es la técnica de Illinois, debido a que inactiva la enzima y ablanda el grano de soya, utilizando así mismo esta para la formulación de yogurt, por lo tanto concluyó que se logró realizar el aprovechamiento del grano de soya con compuestos enriquecidos con dulce de leche, cepas prebióticas y granola.

Nacionales

Ante la revisión bibliográfica en las páginas web de repositorios universitarios, no se encontró una investigación en la cual se declare la formulación de un yogurt a base de leche de soja.

2.3. HIPÓTESIS

Puede elaborarse un yogurt a base de leche de soja (Glycine máx) CEA CH-86, por fermentación anaeróbica, empleando *Lactobacilos acidophilus* en los laboratorios del Departamento de Química, que cumpla con los parámetros de calidad establecidos en el CODEX 322R.

CAPÍTULO III



3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Descripción del ámbito de estudio.

La investigación desde el punto de vista geográfico se ubica en el laboratorio 107 del Departamento de Química donde se realizó la preparación de leche de soja y formulación del yogurt griego, los análisis físico y químicos tanto de la leche de soja como del yogurt se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos (LAFQA), igual perteneciente al Departamento de Química; los análisis microbiológicos se dieron a realizar en el Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua.

La encuesta degustativa del yogurt griego se realizó en tres puntos diferentes: internado Arlen Siu de la UNAN-Managua, casa de habitación de dos investigadores, específicamente de la Shell Waspan Cuadra y media abajo y de donde fue la Sandal del mercado Iván Montenegro 3 cuadras arriba, media cuadra al sur.

De acuerdo al ámbito de estudio la investigación corresponde dentro de las líneas de investigación de la Carrera de Química Industrial del Departamento de Química, UNAN-Managua, al área académica de Procesos Industriales, línea de investigación de Alimentos, en los temas de interés, caracterización físico-química de materias primas para la elaboración de alimentos y procesamiento de alimentos para consumo humano.

3.1.1. Tipo de estudio.

De acuerdo al método de investigación el estudio es experimental con un enfoque mixto, ya que se emplearon herramientas cuantitativas y cualitativas de investigación, con el propósito de recolectar información y el posterior procesamiento de datos, además se empleó un diseño de experimento, ortogonal Taguchi, donde las variables para la formulación fueron manipuladas por los investigadores.

Según el nivel inicial de profundidad del conocimiento, la investigación pertenece a estudios descriptivos puesto que describe los elementos clave realizar la selección de la materia prima semilla de soja, la forma en que debe tratarse la misma para preparar leche de soja que cumpla con los requerimientos necesarios para elaborar yogurt de tipo griego, además de describir las metodologías de formulación y controles de calidad requeridos para obtener un producto con calidad, agradable al consumidor, el cual aporte las proteínas y sustento esperado para resolver la problemática planteada en la investigación.

El tipo de estudio es correlacional puesto que existe una conexión entre las variables, en el cual consiste en la manipulación de las variables independientes para obtener óptimos resultados por medio de las variables dependientes, la correlación explícita se encuentra en los tratamientos para preparar la leche de soja, y con respecto al proceso de fermentación la temperatura y tiempo de incubación debido a que es a través de esta correlación que se obtendrá un producto de calidad.

De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información el estudio es prospectiva ya que se espera un resultado con base a los análisis obtenidos en los laboratorios, ya que estos nos darán la pauta para determinar la calidad del producto formulado, por el periodo y la secuencia del estudio es transversal dado que nos permite observar las respuestas de todas las variables en un solo periodo de tiempo.

Según el análisis y alcance de los resultados el estudio es analítico ya que, en base al comportamiento de las variables, se analiza todo el proceso que conlleva la elaboración del yogurt de leche de soja para comprender el resultado y los factores que influyen durante la preparación de dicho producto alimenticio, (Canales, Alvarado, & Pineda, 1996).

3.1.2. Población y muestra.

3.1.2.1. Población.







La población en estudio determina la generalización de los resultados, la cual corresponde como materia prima la producción nacional de semillas de soja. Referente al yogurt la población corresponde a todos los tipos y clasificaciones de este producto según la clasificación de la FAO.

3.1.2.2. Muestra.

El tipo de muestra para la investigación, corresponde al tipo por conveniencia o intencional de los autores, por lo tanto, no pertenece a una muestra estadística. Para la elaboración de la leche de soja se tomaron como muestra la semilla de soja de especie Glycine máx, variedad CEA CH-86, las cuales se sometieron a tres tratamientos diferentes para preparar la leche de soja.

Por lo tanto, para la formulación del yogurt se utilizó la leche vegetal extraída de esta semilla en específico, que cumpla con los requerimientos para elaborar yogurt de tipo griego.

3.1.2.2.1. Criterios de inclusión.

- | | |
|---|--|
|  Semilla que presente color amarillo. |  Leche de soja con bajo contenido de grasa. |
|  Semilla con forma de guisante o esférica. |  Leche de soja color blanca. |
|  Semilla completa o entera. |  Leche de soja libre de patógenos. |

3.1.2.2.2. Criterios de exclusión.

- ✚ Semilla oscura o negra.
- ✚ Semilla quebrada.
- ✚ Semilla con agentes patógenos o suciedad.
- ✚ Leche de soja con alto o nulo contenido de grasa.
- ✚ Leche de soja color oscuro.
- ✚ Leche de soja contaminada.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.

3.2.1. Variables Independientes.

- ✚ Tipo de semilla.
- ✚ Tipo de yogurt.
- ✚ Aditivos empleados en la formulación.
- ✚ Inocuidad durante la producción.

3.2.2. Variables intervinientes.

- ✚ Tratamientos para la preparación de la leche de soja.
- ✚ Temperatura.
- ✚ Tiempo de fermentación.

3.2.3. Variables dependientes.

- ✚ Porcentaje de grasa.
- ✚ Porcentaje de proteína.
- ✚ pH.
- ✚ Acidez.
- ✚ Viscosidad.
- ✚ Grados Brix.
- ✚ Ausencia de agentes patógenos.

3.2.4. Operacionalización de las variables.

Tabla 3.1.

Operacionalización de las variables independientes.

Variable	Indicador	Valor	Herramienta de investigación	Tipo de variable
Tipo de semilla.	Semilla de la especie escogida para la experimentación.	Especie Glycina máx CEA CH-86	Análisis documental	Ordinal
Tipo de yogurt.	Tipo de yogurt a elaborar en base a las condiciones de materia prima, leche de soja.	Griego	Análisis documental	Ordinal
Aditivos empleados en la formulación.	Sustancias químicas empleadas para estabilizar y acondicionar un producto terminado.	Probiótico, sacarina, benzoato de sodio y saborizante artificial.	Análisis documental	Nominal
Inocuidad durante la producción.	Condiciones sanitarias para la elaboración de productos alimenticios.	Limpieza de los materiales, desinfección de cristalería y empleo de equipos de protección personal.	Análisis documental y controles.	Nominal

Fuente: Autores.

Tabla 3.2.

Operacionalización de las variables intervinientes.

Variable	Indicador	Valor	Herramienta de investigación	Tipo de variable
Tratamientos para la preparación de la leche de soja.	Método de preparación de leche de soja.	Método de Cornell, método tradicional y método Illinois.	Experimentación y fichas de laboratorio.	Nominal.
Temperatura.	Magnitud referida a la noción de calor requerido para una fermentación anaeróbica óptima.	38 – 43 °C.	Análisis documental y fichas de control.	Discontinua.
Tiempo de fermentación.	Magnitud física con que se mide la duración de la fermentación.	8 – 12 horas.	Análisis documental, experimentación y fichas de control.	Continua.

Fuente: Autores.

Tabla 3.3.

Operacionalización de las variables dependientes.

Variable	Indicador	Valor	Herramienta de investigación	Tipo de variable	
Porcentaje de grasa.	Contenido graso en la leche de soja propicio para elaborar yogurt griego.	0,54%	Experimentación	Continua	
	Contenido graso en el yogurt griego que indica su cumplimiento como tipo de yogurt.	3,05%	Experimentación	Continua	
Porcentaje de proteína.	Contenido de proteína en leche de soja.	0,58%	Experimentación	Continua	
	Contenido de proteína en yogurt griego.	2,24%	Experimentación	Continua	
pH.	Coeficiente del grado de acidez o basicidad.	Leche de soja	7,1	Experimentación	Continua
		Yogurt griego	5,4		
Acidez.	Indica la cantidad de ácido en el yogurt griego.	0,90%	Experimentación	Continua	
Viscosidad.	Consistencia espesa del yogurt griego.	120,43 cP	Experimentación	Continua	
Grados Brix.	Cociente total de materia seca (por lo general azúcares) en el yogurt griego.	3,93 °Bx	Experimentación	Continua	
Ausencia de agentes patógenos.	Control microbiológico óptimo durante el proceso de elaboración de la leche de soja y yogurt griego.	<i>Escherichia coli</i>	Experimentación	Discontinua	

Fuente: Autores.

3.3. MATERIAL Y MÉTODO

3.3.1. Materiales para recolección de información.

Para la recolección de esta información se usaron:

- ✚ Artículos científicos y revista.
- ✚ Figuras y diagramas.
- ✚ Libros.
- ✚ Normativas.
- ✚ Fichas de recolección de datos.
- ✚ Tablas.
- ✚ Monografías.
- ✚ Encuesta.
- ✚ Documentos de sitio web.
- ✚ Fotografías.

3.3.2. Materiales para procesar información.

Para procesar la información se usaron:

- ✚ Computadora Hp y Lenovo.
- ✚ Office Word 2010.
- ✚ Office Excel 2010.
- ✚ Office Power Point 2010.
- ✚ Ilustraciones.
- ✚ Minitab 19.
- ✚ Gráficos.
- ✚ Tablas.
- ✚ Celulares Samsung J6 y A20.

3.3.3. Equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

Tabla 3.4.

Equipos, reactivos y materiales en extracción de la leche de soja.

Materiales	Marca/modelo	Materiales	Marca/modelo
Estufa de convección		Papel toalla	Scott
Licuadaora	Oster	Liencillo	-
Balanza digital		Colador	-
Termómetro		Olla (arrocera)	Sankey
Soporte universal	-	Papel aluminio	Link
Calentador		NaCO ₃	
Agua	Alpina		

Tabla 3.5.

Materiales para determinación de acidez titulable.

Cristalería	Marca	Reactivos	Marca
Bureta	Álamo	Fenolftaleína	Merck
Matraz Erlenmeyer	Pyrex	NaOH 0,1 M	Merck
Balón aforado	Pyrex	Agua destilada	Merck
Pinza para bureta	CASTAYLOR-R	Leche de soja	
Beacker	Pyrex		
Varilla de vidrio	-		
Papel para pesar	Thomas scientific		
Pipeta	Pyrex		
Soporte universal	-		
Espátula	-		

Fuente: Autores.

Tabla 3.6.

Materiales para determinación de proteínas por el método Kjeldahl en la leche.

Materiales	Marca	Cristalería	Marca	Reactivos	Formula
Leche de soja	-	Balón volumétrico	Pyrex	Ácido Bórico	H ₃ BO ₃
Papel toalla	Scott	Espátula	-	Hidróxido de sodio	NaOH
Papel aluminio	Diamono	Beacker	Pyrex	Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄
Balanza analítica	Ohaus	Varilla de vidrio	-	Fenolftaleína	C ₂₀ H ₁₄ O ₄
Soporte universal	-	Bureta	Álamo	Agua destilada	H ₂ O
Perlas de ebullición	-	Pinza para bureta	-	Catalizador	CuSeO ₃
Tubos Kjeldahl	labconco	Pipeta	Simax		
Papel para pesar	whatman	Matraz E	Pyrex		
Bloque digestor	J.P selecta				
Destilador	Labconco				

Fuente: Autores.

Tabla 3.7

Determinación de grasas en leche.

Cristalería	Marca	Reactivos	Fórmula
Platos Petri	Simax	Éter de petróleo	C ₂ H _{2n+2}
Beacker	Pyrex	Éter etílico	(C ₂ H ₂) ₂ O
Tubos de decantación	Pyrex	Etanol	C ₂ H ₅ OH
Pipeta	Pyrex	Acetona	C ₃ H ₆ O
Bureta	Álamo	Hidróxido de amonio	NH ₄ OH
Termostato	-	fenolftaleína	C ₂₀ H ₁₄ O ₄
Baño maría	-	Agua destilada	H ₂ O
		Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄

Fuente: Autores.

3.3.4. Métodos

3.3.4.1. Método de investigación.

El enfoque de investigación es cuantitativo empleando como método principal la experimentación, puesto que se requiere de la manipulación de las variables, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observada; además se emplea como método la encuesta y el análisis de datos experimentales, a su vez se utilizaron técnicas de investigación cualitativas como el análisis de documentos y bibliografías.

En relación a los tipos de enfoques experimentales la investigación corresponde a un método deductivo-analítico, puesto que en base a generalidades como lo es el contenido de proteínas en la semilla de soja se llegan a conclusiones de formular un yogurt con beneficio proteico dirigido a personas con déficit y requerimiento de nutrientes que inicialmente contiene la leche de soja, los cuales se conservan y concentran durante la elaboración del yogurt griego, potenciando así su valor nutricional.

3.3.4.1. Preparación de leche de soja.

La leche de soja se preparó por tres métodos diferentes con el propósito de evaluar el que mejores condiciones presenta.

3.3.4.1.1. Método tradicional.

Paso 1. Pesar 226 g de grano soja.

Paso 2. Posteriormente seleccionar los granos de soja eliminando cualquier impureza y granos inmaduros pesando así los granos seleccionados.

Paso 3. Poner en remojo la soja aproximadamente 8 horas con 6 veces de agua en relación a su peso seco, cambiando el agua cada 2 horas.

Paso 4. Pesar los granos hidratados para posteriormente, realizar un descascarado manual.

Paso 5. Pesar los cotiledones y cascaras obtenidas.

Paso 6. Proceda al triturado de los cotiledones en el homogeneizador con 6 veces el contenido de agua con relación al peso seco de los granos durante 45 segundos.

Paso 7. Se filtra la leche obtenida.

Paso 8. Una vez obtenida y filtrada la leche, se somete al proceso de pasteurización a una temperatura de 90 °C por 20 segundos, como medio de preservación.

Paso 9. Una vez pasteurizada, enfríe inmediatamente y conserve a una temperatura de 5 °C.

Paso 10. La okara obtenida se seca en la estufa a 110 °C por 1 hora para su conservación.

3.3.4.1.2. Método de Cornell.

Paso 1. Pesar 226 gr de grano soja.

Paso 2: posteriormente seleccionar los granos de soja eliminando cualquier impureza y granos inmaduros pesando así los granos seleccionados y las impurezas.

Pasó 3. Poner en remojo la soja aproximadamente 8 horas con 6 veces de agua en relación a su peso seco, cambiando el agua cada 2 horas.

Paso 4. Transcurridas las 8 horas proceder a pesar los granos hidratados.

Paso 5: Se somete a un tratamiento térmico de cocción los granos de soja ya hidratados, a una temperatura de 70°C por 10 minutos, mejorando el desprendimiento de la cascara del grano, posteriormente pesar los granos cocidos.

Paso 6. Descascarar los granos y posteriormente pesar los cotiledones y cascaras obtenidas.

Paso 7. Proceda al triturado de los cotiledones en el homogeneizador con 4 veces el contenido de agua con relación al peso seco de los granos durante 45 segundos.

Paso 8. Se filtra la leche obtenida.

Paso 9: Una vez obtenida y filtrada la leche, se somete al proceso de pasteurización a una temperatura de 90 °C por 20 segundos, como medio de preservación.

Paso 10. Una vez pasteurizada, enfríe inmediatamente y conserve a una temperatura de 5 °C.

Paso 11. La okara obtenida se seca en la estufa a 110 °C por 1 hora para su conservación.

Esta técnica se basa en la secuencia de pasos descrita anteriormente con la diferencia de que previo al descascarado existe un tratamiento térmico de cocción de los granos de soja, a una temperatura de 70°C por 10 minutos, mejorando el desprendimiento de la cascara del grano.

3.3.4.1.3. Método Illinois.

Paso 1. Consiste en un proceso similar al de las técnicas anteriores, se realiza el mismo proceso de elección de grano tan cómo se describe en los métodos anteriores. Pesar 226 gr de grano soja.

Paso 2. Posteriormente seleccionar los granos de soja eliminando cualquier impureza y granos inmaduros pesando así los granos seleccionados y las impurezas.

Paso 3. Se descascarán los granos luego de ser sometidos al calor en seco (estufa) a 95 °C por 15 minutos.

Paso 4. Se somete a una corriente de aire a T° ambiente para remover la cascara.

Paso 5. Los granos descascarados son pesados y sumergidos en una solución de Bicarbonato de sodio al 0,3% con 5 veces el peso de los granos secos a 90 °C por 10 minutos.

Paso 6. Trascurridos los 10 minutos escurrir y enjuagar los granos con 1000 mL de H₂O a una temperatura de 28 °C (a este proceso se le denomina blanqueo) químicamente cumple con la función de inactivar enzimas.

Paso 7. Los cotiledones escaldados, son triturados en el homogeneizador durante 45 segundos utilizando 6 veces el contenido de agua con relación al peso de los granos.

Paso 8. Una vez obtenida y filtrada la leche, se somete al proceso de pasteurización a una temperatura de 90 °C por 20 segundos, como medio de preservación.

Paso 9. La okara obtenida se seca en la estufa a 110 °C por 1 hora para su conservación.

3.3.4.2. Análisis Físico Químico de la leche mediante el método kjhendal.

3.3.4.2.1. Análisis del porcentaje de proteína en la leche de soja.

a) Preparación de la muestra

Paso 1. Agite vigorosamente la leche en su contenedor y trasvase sin formación de espumas 10 mL de leche a un recipiente plástico con tapa estéril. No olvide etiquetar el recipiente.

Pas 2. Si la muestra no es analizada de inmediato almacénela en el frigorífico (4 °C) con el fin de evitar su deterioro o cualquier cambio en su composición.

b) Procedimiento operatorio

Etapa 1. Digestión.

Nota: Una vez limpios los tubos Kjeldahl, se deben rotular por la parte superior con un ID particular utilizando marcador Sharpie punta fina.

Paso 1. Adicione a un tubo de ensayo con rosca aproximadamente 2 g de la muestra *Pese de la siguiente forma:* Coloque un Beaker de 50 mL vacío sobre el platillo de la balanza, luego dentro del Beaker coloque el tubo de ensayo con rosca que contiene los 2 mL de la muestra, tare la balanza, agregue la muestra al tubo de digestión Kjeldahl e inmediatamente retorne el tubo de ensayo con rosca con el residuo de leche que quedo en sus paredes internas dentro del Beaker. La masa (negativa) que mostrará la pantalla de la balanza es la que realmente fue añadida al tubo de digestión. *(Anótelo en la tabla 3.10)*

Paso 2. Como blanco del análisis se utilizará azúcar de mesa (0% de proteína). Pese 2 g de sacarosa, con aproximación de 0,0001 g, sobre papel para pesar e introdúzcalos en el tubo Kjeldahl correspondiente.

Paso 3. Con ayuda de un mortero pulverice 10 pellets del catalizador Kjeldahl (3,5 g K_2SO_4 + 0,1 g $CuSeO_3$) y adicione 9,5 g de este reactivo a cada tubo de digestión.

Paso 4. A cada tubo de digestión, añada, utilizando una bureta, 15 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 98% ($\rho = 1,8$ g/mL; p.e. = 330 °C) y de 10-12 perlas de ebullición de vidrio.

Paso 5. Coloque los tubos de digestión Kjeldahl dentro del Bloque de digestión (J.P. Selecta®).

Paso 6. Coloque la trampa de gases sobre la boca de los tubos de digestión y por medio de una manguera conéctela al aspirador de agua (bomba Venturi) y programe el bloque de digestión para digerir las muestras en tres rampas de calentamiento a 400 °C por 45 minutos. *Nota:* Se debe vigilar que la temperatura no suba más del rango establecido debido a la volatilización de iones amonio, lo que provocaría pérdida de nitrógeno en esta etapa.

Paso 7. La digestión terminará cuando el color de las muestras sea verde o azul translúcido. Al final del proceso se debe esperar que la muestra se enfríe a temperatura ambiente (alrededor de 10 min.), verifique la temperatura con el termómetro IR, Si la muestra se cristaliza durante el enfriamiento, coloque el tubo de digestión Kjeldahl en baño maría para disolver los cristales.

Etapa 2. Destilación.

Al completarse la digestión, la mezcla se alcaliniza con una solución de NaOH al 45%, con el propósito de liberar, por arrastre de vapor, el NH₃ a partir de los iones NH₄⁺ hacia una solución que contiene ácido bórico, y de esa manera se fija para un análisis posterior.

Paso 1. Adicione a un matraz Erlenmeyer, 100 mL de ácido bórico (H₃BO₃) al 2,5% adicione 10 mL del indicador Tashiro. Una vez que el Erlenmeyer contenga ambas soluciones introduzca dentro de este el tubo de salida del amoníaco destilado.

Nota: Es importante que el tubo de salida del amoníaco destilado quede sumergido en la mezcla ácida evitando que el amoníaco destilado se escape.

Paso 2. Coloque el tubo de digestión Kjeldahl en el destilador RapidStill II y asegúrese que este colocado correctamente; una vez que esté en ebullición el agua de la caldera, adicione 60 mL de la solución de NaOH, presionando el interruptor **NaOH Addition**. **Nota:** Mida cuidadosamente los 60 mL de la solución de NaOH utilizando la graduación volumétrica situada en la calcomanía que está sobre el panel del destilador.

Programe el tiempo de destilación de la muestra girando el botón **Distillation Time** en el destilador a 8 minutos.

Paso 3. Siempre debe de verificar en la caldera que el nivel de agua se mantenga por encima de la línea inferior, nunca por debajo.

Paso 4. Una vez que el equipo indique que ha terminado la destilación, retire el tubo Kjeldahl y el Erlenmeyer con el amoníaco fijado sobre la solución de ácido bórico.

Etapa 3. Titulación.

Paso 1. La muestra destilada se titula con H₂SO₄ estandarizado a 0,2 N, hasta el punto de neutralización (cambio de coloración: viraje de verde a morado).

Paso 2. Con ayuda de una bureta titular los blancos hasta el cambio de color de verde a morado, posteriormente titular las muestras. Anotar los volúmenes gastados.

Para conocer el porcentaje de proteínas totales se debe de multiplicar el %N por el factor de conversión que corresponde a cada alimento.

$$\% \text{ proteina} = \%N \times F$$

F: *factor de conversión del alimento 6.28*

3.3.4.2.2. Análisis del porcentaje de grasa en la leche de soja.

Paso 1. Asegurar que todos los materiales estén limpios y libres de partículas, proceda ajustar la temperatura de la leche a 38 °C en el baño maría.

Paso 2. Pese 10 gramos de la muestra y trasvase al tubo de decantación (se hace por duplicado).

Paso 3. Agregue al embudo 1,5 mL de Hidróxido de amonio (NH₄OH), tape y agite por 1 minuto, luego agréguele 3 gotas de fenolftaleína (agitar por 3 minutos)

Paso 4. Una vez agitado los tubos, dejar reposar y proceda a añadirle 10 mL de etanol (C_2H_5OH), tape el embudo y agite por 15 segundos. No olvide liberar presión

Paso 5. Agregue 25 mL de éter etílico ($C_4H_{10}O$), tape y agite por un minuto (liberar presión).

Paso 6. Agregue 25 mL de éter de petróleo (C_2H_{2n+2}), tapar y agitar por 1.5 minutos, liberar presión.

Paso 7. Deje reposar por 2 minutos y proceda a realizar la primer extracción, la primer fase (de color rosa) se ubica en un beacker para seguir usándolo y la segunda fase (inoloro), se extrae en un plato Petri para calentar y evaporar el solvente.

Paso 8. Añadirle a cada tubo la primer fase extraída (color rosa), agregue 15 mL de éter de petróleo, tape y agite por 1,5 minutos (libere presión), añada 15 mL de éter etílico y agite por 1 minuto, posteriormente proceda a añadirle los 5 mL de etanol. Agite y deje reposar por 3 minutos para realizar la segunda extracción.

Paso 9. Repita el paso 8 una vez más para realizar la tercera extracción. Guarde la fase acuosa en un Beacker, tape y rotule. La otra fase (fase orgánica) se deja en plato Petri para la evaporación del solvente.

Paso 10. Una vez evaporados los solventes a 100 °C, lleve los platos Petri a la mufla por 30 minutos.

Paso 11. Colocar los platos Petri en el desecador por 20 minutos, posteriormente realizar la primera pesada. Vuelva a colocar los platos Petri en el desecador por 10 minutos y pese nuevamente.

3.3.3.3. Preparación del yogurt de soja.

Paso 1. Se inocula adicionando el probiótico a una temperatura de 38 - 40°C, se agita rigurosamente por 20 segundos.

Paso 2. Luego de la inoculación del cultivo, tapar los frascos con papel parafilm o papel film, para que su fermentación sea anaeróbica.

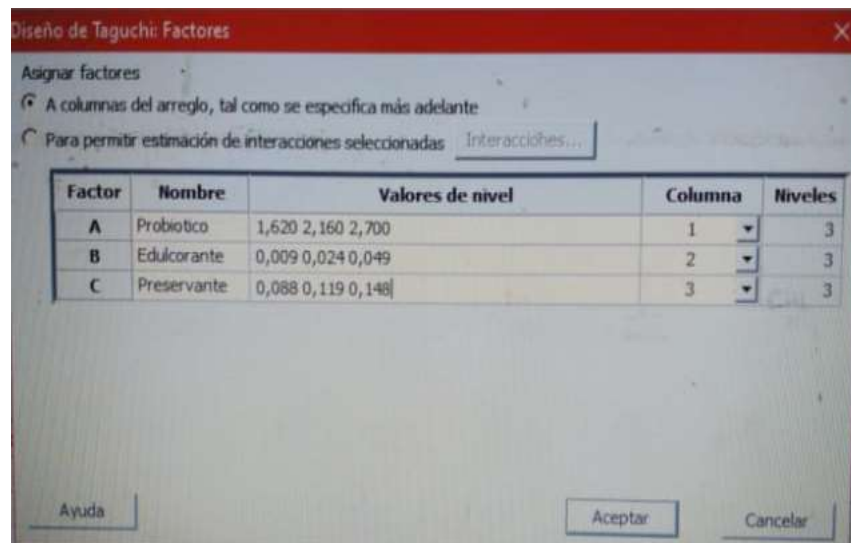
Paso 3. Se deja en incubación manteniendo la temperatura de 38 - 43 °C por 6 - 8 horas aproximadamente dependiendo del tipo del cultivo a utilizar, en caso del *Lactobacillus acidophilus* de 8 hasta 12 horas aproximadamente. Recordar que es leche vegetal.

Paso 4. Una vez fermentadas las muestras, mantener en refrigeración a 4 °C

3.3.3.3.1. Diseño de experimento para la formulación del yogurt.

Se usó el programa Minitab 19 para crear el diseño de experimento, usando Taguchi como análisis estadístico, en la ilustración 3.1 se muestran los aditivos alimentarios agregados al yogurt. Esta técnica de Taguchi, permite alcanzar un equilibrio en las series o matrices ortogonales que indican los experimentos a realizar.

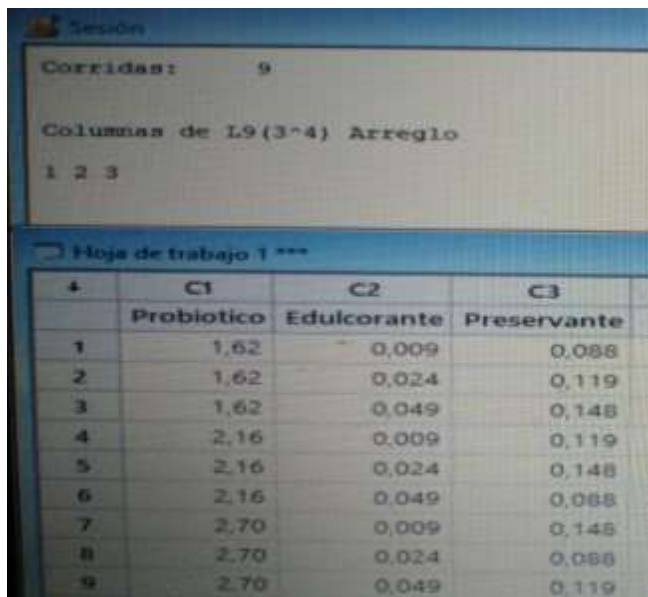
Ilustración 3.1. Niveles establecidos por Taguchi.



Factor	Nombre	Valores de nivel	Columna	Niveles
A	Probiótico	1,620 2,160 2,700	1	3
B	Edulcorante	0,009 0,024 0,049	2	3
C	Preservante	0,088 0,119 0,148	3	3

Fuente: Autores.

Ilustración 3.2. Diseño experimental de Taguchi.



	C1	C2	C3
	Probiótico	Edulcorante	Preservante
1	1,62	0,009	0,088
2	1,62	0,024	0,119
3	1,62	0,049	0,148
4	2,16	0,009	0,119
5	2,16	0,024	0,148
6	2,16	0,049	0,088
7	2,70	0,009	0,148
8	2,70	0,024	0,088
9	2,70	0,049	0,119

Fuente: Autores.

Esta metodología utilizada tiene como respuesta:

- ✚ Identificar las variables que tienen mayor influencia en la variable respuesta.
- ✚ Determinar la mejor combinación de las variables controlables.
- ✚ Mejora el rendimiento del proceso.
- ✚ Reduce los tiempos de desarrollo.
- ✚ Reduce costos.

En este caso se utilizó el factor y nivel L9 (arreglo ortogonal). L9 significa las 9 corridas que se hicieron (3^3). Este arreglo es ortogonal; los niveles de los factores se ponderan de igual manera a lo largo de todo el diseño. Las columnas de la tabla representan los factores de control, las filas de la tabla representan las corridas (combinación de niveles de factores) y cada celda de la tabla representa el nivel del factor para esa corrida.

3.3.3.3.2. Métodos de fase experimental (análisis sensorial y físico-químicos del yogurt.)

La encuesta como se indicó en la descripción del ámbito de estudio se realizó en tres zonas diferentes, se procedió a enviar vía correo electrónico las encuestas, por ende la recopilación de resultados se obtuvieron de la misma forma. Los parámetros a evaluar se indican en la tabla 3.8.

Tabla 3.8.

Evaluación sensorial de las características organolépticas

Parámetros	Criterio	Parámetros	Criterio
Color	Blanco	Sabor	Me gusta mucho
	Crema		Me gusta
	Característico		Ni me gusta, ni disgusta
	Poco característico		Me disgusta
Olor	Débil	Textura	Espeso
	Muy débil		Blando
			Ligero

Fuente: Autores.

3.3.3.3.3. Determinación de cenizas totales

Proceso experimental.

Paso 1. Lavar los crisoles para el análisis, se enjuaga el material con suficiente agua del grifo y se lava con detergente neutro y libre de fosfatos. Se endulza cada pieza con agua destilada.

Paso 2. Se procede a calentar los crisoles en el horno a una temperatura de 45 °C para su respectivo secado, Se deja enfriar el horno de secado para retirar cada pieza de material y ubicarlos en un desecador hasta alcanzar la temperatura del laboratorio.

Procedimiento operatorio.

Paso 1. Una vez limpios los crisoles, se marcar la parte exterior de la base con una clave particular utilizando lápiz de grafito.

Paso 2. Llevar a la mufla a una temperatura de 520 °C durante un tiempo de media hora, al cabo de este tiempo saque las crisoles con ayuda de la pinza metálica y colóquelas dentro del desecador hasta alcanzar la temperatura del Laboratorio (30 – 40 minutos).

Paso 3. Pese crisol por triplicado en intervalos de 10 minutos a partir de la primera pesada. Calcule el promedio de las pesadas de los crisoles.

Paso 4. Pese 5 g de la muestra con aproximación de 0,1 mg en el crisol , una vez alcanzada dicha masa registre su peso con todas las cifras significativas, traslade rápidamente el crisol con la muestra al desecador (siempre utilizando la pinza metálica, nunca deben tocarse las cápsulas ni la muestra aun con guantes).

Paso 5. Repita el paso anterior hasta completar el total de crisoles, Recuerde operar rápida y cuidadosamente entre cada pesada.

Paso 6. Coloque nuevamente el crisol en la mufla por media hora, Transcurrido este tiempo, y operando rápidamente, retire las muestras de la mufla y llévelas al desecador.

Paso 7. Registre el peso de los crisoles con la muestra desecada (Primera Pesada).

Paso 8. Volver a colocar los crisoles en la mufla y desecar nuevamente durante otros 30 minutos. Retirar, enfriar y pesar (Segunda Pesada).

Paso 9. Continuar la desecación hasta alcanzar peso constante. Calcular el % de cenizas.

Tabla 3.9.

Determinación de cenizas totales en el yogurt.

Determinación de cenizas totales en yogurt								
Muestras	g de la muestra	Peso del crisol vacío			Peso del crisol + muestra desecada			% CT
		1er pesada	2da pesada	Promedio	1er pesada	2da pesada	Promedio	
R1								
R2								
Blanco								

$$\%CT = \frac{(\text{peso del crisol} + \text{muestra desecada} - \text{peso del crisol vacío})}{g \text{ de la muestra}} \times 100$$

3.3.3.3.4. *Determinación de proteína en el yogurt.*

a) Preparación de la muestra.

Paso 1. Agite vigorosamente el yogurt en su contenedor y trasvase sin formación de espumas 10 mL de leche a un recipiente plástico con tapa estéril. No olvide etiquetar el recipiente.

Pas 2. Si la muestra no es analizada de inmediato almacénela en el frigorífico (4 °C) con el fin de evitar su deterioro o cualquier cambio en su composición.

b) Procedimiento operatorio.

Etapa 1. Digestión.

Nota: Una vez limpios los tubos Kjeldahl, se deben rotular por la parte superior con un ID particular utilizando marcador Sharpie punta fina.

Paso 1. Adicione a un tubo de ensayo con rosca aproximadamente 2 g de la muestra *Pese de la siguiente forma:* Coloque un Beaker de 50 mL vacío sobre el platillo de la balanza, luego dentro del Beaker coloque el tubo de ensayo con rosca que contiene los 2 mL de la muestra, tare la balanza, agregue la muestra al tubo de digestión Kjeldahl e inmediatamente retorne el tubo de ensayo con rosca con el residuo de leche que quedo en sus paredes internas dentro del Beaker. La masa (negativa) que mostrará la pantalla de la balanza es la que realmente fue añadida al tubo de digestión. (Anótelo en la tabla 3.10).

Paso 2. Como blanco del análisis se utilizará azúcar de mesa (0% de proteína). Pese 2 g de sacarosa, con aproximación de 0,0001 g, sobre papel para pesar e introdúzcalos en el tubo Kjeldahl correspondiente.

Paso 3. Con ayuda de un mortero pulverice 10 pellets del catalizador Kjeldahl (3,5 g K_2SO_4 + 0,1 g $CuSeO_3$) y adicione 9,5 g de este reactivo a cada tubo de digestión.

Paso 4. A cada tubo de digestión, añada, utilizando una bureta, 15 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 98% ($\rho = 1,8$ g/mL; p.e. = 330 °C) y de 10 - 12 perlas de ebullición de vidrio.

Paso 5. Coloque los tubos de digestión Kjeldahl dentro del Bloque de digestión (J.P. Selecta®).

Paso 6. Coloque la trampa de gases sobre la boca de los tubos de digestión y por medio de una manguera conéctela al aspirador de agua (bomba Venturi) Y Programe el Bloque de digestión para digerir las muestras en tres rampas de calentamiento a 400 °C por 45 minutos. *Nota:* Se debe vigilar que la temperatura no suba más del rango establecido debido a la volatilización de iones amonio, lo que provocaría pérdida de nitrógeno en esta etapa.

Paso 7. La digestión terminará cuando el color de las muestras sea verde o azul translúcido. Al final del proceso se debe esperar que la muestra se enfríe a temperatura ambiente (alrededor de 10 min.), verifique la temperatura con el termómetro IR. Si la muestra se cristaliza durante el enfriamiento, coloque el tubo de digestión Kjeldahl en baño maría para disolver los cristales.

Etapa 2. Destilación.

Al completarse la digestión, la mezcla se alcaliniza con una solución de NaOH al 45%, con el propósito de liberar, por arrastre de vapor, el NH₃ a partir de los iones NH₄⁺ hacia una solución que contiene ácido bórico, y de esa manera se fija para un análisis posterior.

Paso 1. Adicione a un matraz Erlenmeyer, 100 mL de ácido bórico (H₃BO₃) al 2,5% adicione 10 mL del indicador Tashiro. Una vez que el Erlenmeyer contenga ambas soluciones introduzca dentro de este el tubo de salida del amoníaco destilado. *Nota:* ES IMPORTANTE que el tubo de salida del amoníaco destilado quede sumergido en la mezcla ácida evitando que el amoníaco destilado se escape.

Paso 2. Coloque el tubo de digestión Kjeldahl en el destilador RapidStill II y asegúrese que este colocado correctamente; una vez que esté en ebullición el agua de la caldera, adicione 60 mL de la solución de NaOH, presionando el interruptor **NaOH Addition**. *Nota:* Mida cuidadosamente los 60 mL de la solución de NaOH utilizando la graduación volumétrica situada en la calcomanía que está sobre el panel del destilador.

Programe el tiempo de destilación de la muestra girando el botón ***Distillation Time*** en el destilador a 8 minutos.

Paso 3. Siempre debe de verificar en la caldera que el nivel de agua se mantenga por encima de la línea inferior, nunca por debajo.

Paso 4. Una vez que el equipo indique que ha terminado la destilación, retire el tubo Kjeldahl y el Erlenmeyer con el amoníaco fijado sobre la solución de ácido bórico.

Etapa 3. Titulación.

Paso 1. La muestra destilada se titula con H_2SO_4 estandarizado a 0,2 N, hasta el punto de neutralización (cambio de coloración: viraje de verde a morado).

Paso 2. Con ayuda de una bureta titular los blancos hasta el cambio de color de verde a morado, posteriormente titular las muestras. Anotar los volúmenes gastados.

Tabla 3.10.

Peso de las muestras en el tubo.

Muestras	Masa del tubo vacío	Masa (g) de muestra	Masa del tubo con residuo	Masa añadida al tubo Kjeldahl
R1				
R2				
Blanco				

Nota: La masa añadida al tubo Kjeldahl se calcula por medio de las diferencias de la masa pesada menos el residuo que queda en el tubo.

Tabla 3.11.

Resultados del análisis de proteína por el método Kjeldahl.

Muestras	Masa de la muestra	mL de H ₂ SO ₄ consumidos en cada muestra	% Nitrógeno	% proteína
R1				
R2				
Blanco				

Fuente: Autores.

$$\%N = \frac{(mL \text{ de } H_2SO_4 \text{ consumidos en las muestras} - mL \text{ } H_2SO_4 \text{ consumidos del blanco}) \times N_{H_2SO_4} \times 1.4007}{g \text{ de la muestra}} \times 100$$

1,4007= Peso equivalente de nitrógeno (g/eq)

$N_{H_2SO_4}$: Normalidad estandarizada del ácido sulfúrico (eq/L)

Para conocer el porcentaje de proteínas totales se debe de multiplicar el %N por el factor de conversión que corresponde a cada alimento.

$$\% \text{ proteina} = \%N \times F$$

F: factor de conversión del alimento 6.28.

3.3.3.3.5. Determinación de humedad

a) Procedimiento experimental

Paso 1. Primeramente Lavar la cristalería y el material de porcelana para el análisis, Se selecciona la cristalería y el material a utilizarse en el análisis. Se enjuaga el material con suficiente agua del grifo y se lava con detergente neutro y libre de fosfatos. Se endulza cada pieza con agua destilada.

Paso 2. Se lleva el material de porcelana al horno a una temperatura de 45°C para su respectivo secado, Se deja enfriar el horno de secado para retirar cada pieza de material y ubicarla en un desecador hasta alcanzar la temperatura del laboratorio.

b) Procedimiento operatorio/Método de secado en estufa hasta peso constante.

Paso 1. Una vez limpias las cápsulas de porcelana deben marcarse por la parte exterior de la base con una clave particular utilizando lápiz de grafito.

Paso 2. Coloque las cápsulas dentro del horno a una temperatura de 130 °C durante un tiempo de una hora, al cabo de este tiempo saque las cápsulas con ayuda de la pinza metálica y colóquelas dentro del desecador hasta alcanzar la temperatura del Laboratorio (30 – 40 minutos).

Paso 3. Pese cada cápsula de porcelana por triplicado en intervalos de 10 minutos a partir de la primera pesada. Calcule el promedio de la masa de cada cápsula.

Paso 4. Pese 5 g de la muestra con aproximación de 0.1 mg en la cápsula de porcelana tarada, una vez alcanzada dicha masa registre su peso con todas las cifras significativas, traslade rápidamente la cápsula de porcelana con la muestra al desecador (siempre utilizando la pinza metálica, nunca deben tocarse las cápsulas ni la muestra aun con guantes).

Paso 5. Repita el paso anterior hasta completar el total de 3 cápsulas de porcelana, tres por cada muestra. Recuerde operar rápida y cuidadosamente entre cada pesada.

Paso 6. Colocar todas las cápsulas de porcelana en el horno previamente ajustado a 130 °C, mantener las muestras durante una hora y media. Transcurrido este

tiempo, y operando rápidamente, retire las muestras del horno al desecador y permita que éstas alcancen la temperatura del Laboratorio (30 minutos).

Paso 7. Registre el peso de la cápsula con la muestra desecada (Primera Pesada).

Paso 8. Volver a colocar las cápsulas en el horno y desecar nuevamente durante otros 30 minutos. Retirar, enfriar y pesar (Segunda Pesada).

Paso 9. Continuar la desecación hasta alcanzar peso constante. Calcular el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

Paso 10. La diferencia resultante entre determinaciones duplicadas de la misma muestra no deberá ser mayor de 0,1% en valor absoluto. En caso contrario, no se alcanzó peso constante.

Tabla 3.12.

Determinación de humedad total.

Replicas	g de la muestra	Peso de la capsula vacía			Peso de la capsula con muestra desecada			%HT
		1er pesada	2da pesada	Promedio	1er pesada	2da pesada	Promedio	
R1								
R2								
Blanco								

Fuente: Autores.

$$\%Humedad = \frac{(\text{peso de la capsula con muestra desecada} - \text{capsula vacia})}{g \text{ de la muestra}} \times 100$$

3.3.3.3.6. Determinación de grasa en el yogurt.

Paso 1. Asegurar que todos los materiales estén limpios y libres de partículas, proceda a ajustar la temperatura de la leche a 38 °C en el baño maría.

Paso 2. Pese 10 gramos de la muestra y trasvase al tubo de decantación (se hace por duplicado)

Paso 3. Agregue al embudo 1,5 mL de Hidróxido de amonio (NH_4OH), tape y agite por 1 minuto, luego agréguele 3 gotas de fenolftaleína (agitar por 3 minutos)

Paso 4. Una vez agitado los tubos, dejar reposar y proceda a añadirle 10 mL de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), tape el embudo y agite por 15 segundos. No olvide liberar presión

Paso 5. Agregue 25 mL de éter etílico ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$), tape y agite por un minuto (liberar presión).

Paso 6. Agregue 25 mL de éter de petróleo ($\text{C}_2\text{H}_{2n+2}$), tapar y agitar por 1,5 minutos, liberar presión.

Paso 7. Deje reposar por 2 minutos y proceda a realizar la primer extracción, la primer fase (de color rosa) se ubica en un beacker para seguir usándolo y la segunda fase (incoloro), se extrae en un plato Petri para calentar y evaporar el solvente.

Paso 8. Añadirle a cada tubo la primer fase extraída (color rosa), agregue 15 mL de éter de petróleo, tape y agite por 1.5 minutos (libere presión), añada 15 mL de éter etílico y agite por 1 minuto, posteriormente proceda a añadirle los 5 mL de etanol. Agite y deje reposar por 3 minutos para realizar la segunda extracción.

Paso 9. Repita el paso 8 una vez más para realizar la tercera extracción. Guarde la fase acuosa en un Beacker, tape y rotule. La otra fase (fase orgánica) se deja en plato Petri para la evaporación del solvente.

Paso 10. Una vez evaporados los solventes a 100 °C, lleve los platos Petri a la mufla por 30 minutos.

Paso 11. Colocar los platos Petri en el desecador por 20 minutos, posteriormente realizar la primera pesada. Vuelva a colocar los platos Petri en el desecador por 10 minutos y pese nuevamente.

3.3.3.3.7. Determinación de Acidez titulable en el yogurt.

Paso 1. Preparar 250 mL de Hidróxido de Sodio (NaOH) 45%.

Paso 2. Agregar 10 mL de muestra en un Beacker.

Paso 3. Agregar 3 gotas de fenolftaleína (preparada al 2% de etanol al 96%).

Paso 4. Titular con NaOH 0,111M factorizado hasta primer tinte de rosa que persista 30 segundos.

Paso 5. Agregar una gota más.

Paso 6. Tomar el volumen final gastado.

3.3.3.3.8. Determinación de viscosidad en el yogurt.

La determinación de viscosidad del yogurt se realizo mediante el método Lewis 1993.

Paso 1. Pesar 200 gramos de muestra a temperatura ambiente.

Paso 2. Ajustar el disco del viscosímetro a la altura de la capa del yogurt.

Paso 3. Encender el viscosímetro a 1 revolución por minuto.

Paso 4. Anotar viscosidad.

3.3.3.3.9. Análisis microbiológico del yogurt.

El análisis microbiológico del yogurt se realizó mediante el método FDA/BAM, Tomando en cuenta el reglamento técnico centroamericano RTCA 67 04 50 08 criterio microbiológico para la inocuidad de alimentos.

(Resultados ver en anexo A 9.1)

CAPITULO IV



4.1. Etapas del proceso de obtención de la leche de soja.

Desarrollo de la extracción de leche de soja en las técnicas: Cornell, Illinois y la tradicional, para la formulación del yogurt.

En la tabla 4.1. Se describen las etapas del proceso de las tres técnicas desarrolladas y analizadas para la extracción de la leche de soja, y la evaluación de la más óptima para la formulación del yogurt, en la que se establecieron los análisis (pH, densidad, % de Grasa y % de proteína y análisis sensoriales) concluyentes para determinar la mejor técnica.

Tabla 4.1.

Resultados de las técnicas de preparación de leche de soja.

Etapas	Unidad de medida	Técnica tradicional	Técnica Cornell	Técnica Illinois
Selección y pesado				
Peso inicial de los granos	g	226,78	226,92	226,76
Peso de granos seleccionados	g	210,31	213,20	215,01
impurezas	g	16,47	13,72	11,75
Remojo				
Cantidad de agua añadida para poner en remojo	ml	1 563	1 617	1 439
Tiempo	horas	8	8	-
Peso de granos hidratados	g	482,95	498,01	-
Cocción				
Tiempo	min	-	10	-
Temperatura	°C	-	70	-
Peso de granos cocidos	g	-	498,35	-
Descascarado				
Temperatura de calentamiento	°C	-	-	95
Tiempo de calentamiento	min	-	-	15
Peso de cotiledones	g	390,80	404,45	359,80
Peso de cascara	g	92,15	74,90	77,15
Blanqueo alcalino				
Peso del NaCO ₃	g	-	-	23
Temperatura	°C	-	-	90
Tiempo	min	-	-	10

Triturado

Cantidad de agua añadida para la trituración	g	1,563	1,617	1,439
Tiempo	Min	2	2	2
Cantidad de leche obtenida	mL	2,555	2705	2405

Filtrado

Cantidad de leche filtrada	mL	2,435	2450	2079
Peso de Okara	g	221,75	287,59	361,65

Pasteurización

Temperatura	°C	90	90	90
Tiempo	Seg.	20	20	10

Características

pH		7,1	7,1	9
Densidad	g/cm	0,99	0,99	0,99
Proteína	%	0,19	0,58	0,38
Grasa	%	1,1844	0,6309	0,5490

Fuente: Autores

La primera extracción de leche fue con la **técnica tradicional**, esta se basa en poner a remojar los granos de soja, por un periodo de 10 horas con un cambio de agua cada 2 horas, prácticamente, con este proceso lo que se requiere es que el grano de soja desprenda la cáscara y suelte el olor afrijolado, para que en el momento del descascarado sea más fácil, después de haber limpiado los granos, se procedió a pesarlos, luego se calculó la cantidad de agua.

Cálculo:

$$\text{gramos de agua para la extraccion de leche} = \text{peso de cotiledones} \times 4 \text{ veces el peso del grano seco}$$

$$\text{peso de cotiledones} \times 4 \text{ veces el peso del granoseco}$$

$$\begin{aligned} &= 390,80 \times 4 \\ &= 1\,563\,ml \end{aligned}$$

Este cálculo hace referencia a la cantidad de agua que se le añade a los granos de soja para extraer la cantidad de leche.

se pesa la leche con sólidos para luego proceder al filtrado, obteniendo como residuo la Okara, esto se hace con el fin de ver la diferencia de cantidad de leche, seguidamente se lleva a pasteurizarla, hasta el punto de llegar a una temperatura de 90 °C, se deja enfriar, se toma el pH y se almacena en refrigeración.

Técnica de Cornell: En esta, se dejan en remojo los granos de soja por un periodo de 8 horas, con un cambio de agua cada 2 horas, cumpliendo las horas, se pone en cocción por 15 minutos para lograr desprender con más facilidad la cáscara y así mismo tratar de eliminar la enzima lipoxigenasa (enzima propia del grano).

Después de haber eliminado las cáscaras, se pesan los cotiledones hidratados (granos húmedos después del descascarado), se continúa a pesar el agua a añadir para la trituración de los granos.

Cálculo:

$$\begin{aligned} \text{gramos de agua para la extraccion de leche} &= \text{peso de cotiledones} \times 4 \text{ veces el peso del grano seco} \\ &= 404,45 \times 4 \\ &= 1\,617\,ml \end{aligned}$$

Una vez, obtenido el peso, se procede a triturar los granos, se pesa la cantidad de leche con sólidos y luego se filtra para extraer la okara (residuos, payan), esto se hace con el fin de ver la diferencia de cantidad de leche, seguidamente se llevó a pasteurizarla, hasta el punto de llegar a una temperatura de 90 °C, se deja enfriar para medir su pH y se refrigera inmediatamente.

Técnica de Illinois: Al igual que a las otras técnicas, se deja en remojo los granos, por 10 horas, cambiando el agua cada 2 horas, con la diferencia que se le agrega bicarbonato de sodio, esto hace que elimine la enzima lipoxigenasa, pasado el tiempo se procede al descascarado y pesado de los granos.

Cálculo:

$$\begin{aligned} \text{gramos de agua para la extraccion de leche} &= \text{peso de cotiledones} \times 4 \text{ veces el peso del grano seco} \\ &= 359,80 \times 4 \\ &= 1\,439 \text{ ml} \end{aligned}$$

Este cálculo es la cantidad de agua añadida a los granos para la trituración.

Una vez triturado, se pesa la leche, se filtra para ver la cantidad obtenida, se continúa con el siguiente paso que es el de pasteurización a 90 °C, se deja enfriar, se mide pH y se deja en refrigeración.

Como se puede observar las 3 técnicas son similares, donde cada una llevan cierta diferencia en su proceso, al concluir con la extracción se observaron las características organolépticas, pH y la que obtuvo más cantidad leche.

Al concluir con la obtención de leche, se realizaron los análisis de % proteína y % grasa para las 3 técnicas.

4.1. Análisis Físico-Químico de la leche de soja

4.1.1. Análisis de proteína.

En la tabla 4.2 se muestran los mL de ácido sulfúrico gastados para el análisis de proteínas esenciales para el cálculo de % de Nitrógeno.

Tabla 4.2.

Datos gastados de H₂SO₄ en la determinación de proteínas.

Técnicas	mL gastados de H₂SO₄	Gramos de muestra
Cornell	0,4	0,903
Illinois	0,3	0,902
Tradicional	0,2	0,904
Blanco	0,1	-

Fuente: Autores

Para determinar el porcentaje de proteína primero se calcula el % de Nitrógeno con la siguiente fórmula.

$$\%N = \frac{(ml \text{ gastados de } H_2SO_4 - ml \text{ gastados del blanco})(0,2 N)(1,4007)}{g_{muestra}}$$

Técnica Illinois

$$\%N_{illinois} = \frac{(0,3 - 0,1)(0,2N)(1,4007)}{0,902 \text{ g}}$$

$$\%N_{illinois} = 0,062115299 \times 6,25$$

$$\%P = 0,38$$

Técnica de Cornell

$$\%N_{Cornell} = \frac{(0,4 - 0,1)(0,2N)(1,4007)}{0,903 \text{ g}}$$

$$\%N_{Cornell} = 0,093069767 \times 6,25$$

$$\%P = 0,58$$

Técnica tradicional:

$$\%N_{tradicional} = \frac{(0,2 - 0,1)(0,2N)(1,4007)}{0,904 \text{ g}}$$

$$\%N_{tradicional} = 0,030988938 \times 6,25$$

$$\%P = 0,19$$

Dónde:

% N= porcentaje de Nitrógeno.

% P= porcentaje de Proteínas.

N= Normal/Normalidad.

En los cálculos se puede observar la diferencia en el porcentaje de proteínas por cada 100 gramos, dado los resultados se considera que la técnica de Cornell es la más factible, tanto en rendimiento productivo, características organolépticas y pH.

También se requiere mencionar que se decidió disminuir las cantidades de agua para la extracción de leche, debido a que las primeras pre-formulación presentaron deficiencia en las características organolépticas, ya que, se multiplicaba 6 veces la cantidad de agua por el peso de cotiledones. Esta multiplicación se hace de acuerdo al Tetra park, como lo dice la técnica.

4.1.2. Determinación de grasa en la leche.

A continuación, se muestran los cálculos realizados por cada técnica.

Técnica de Illinois.

$$\%Grasa_{Illinois} = \frac{\text{plato petri con grasa} - \text{plato petri vacío}}{\text{gramos de la muestra}} \times 100$$

$$\%Grasa_{Illinois} = \frac{42,4230 - 42,3049}{10,03} \times 100$$

$$\%Grasa_{Illinois} = 1,17$$

Técnica de Cornell.

$$\%Grasa_{cornell} = \frac{41,4863 - 41,4233}{10,02} \times 100$$

$$\%Grasa_{Cornell} = 0,62$$

Técnica Tradicional:

$$\%Grasa_{tradicional} = \frac{42,9931 - 42,9382}{10,02} \times 100$$

$$\%Grasa_{tradicional} = 0,549$$

Por ende, al obtener mejores resultados con bajo porcentaje de agua en la leche en las últimas pruebas, se continuó a realizar los análisis antes mencionados, dando como resultado de mejor calidad la técnica de Cornell, debido a que cumple con parámetros para obtener mayor rendimiento, mejores características organolépticas y pH, es por esto que se tomó de referencia para la pre-formulación y en la formulación del yogurt.

4.2. Fase experimental en la formulación del yogurt

De acuerdo al códex están 1992-1995 se seleccionaron aditivos que ofrecieron ventaja a la formulación del yogurt, no presentando riesgos a la salud de los consumidores, aportando la conservación de la calidad nutricional el cual aumenta la calidad y la estabilidad del yogurt. Se tomaron en cuenta las buenas prácticas de fabricación, donde se evaluó la formulación del yogurt utilizando como referencia de apoyo el método Taguchi, este proporciona diferentes concentraciones de cada aditivo (baja, media, alta) mostrados en la tabla 4.3. Y la variable respuesta.

Tabla 4.3.

Valores de diseño de experimento para la formulación.

Probiótico	Edulcorante	Preservante	pH
1,620	0,009	0,883	5,9
1,620	0,024	0,119	5,9
1,620	0,049	0,148	5,7
2,160	0,009	0,119	5
2,160	0,024	0,148	5,4
2,160	0,049	0,883	6
2,700	0,009	0,148	5,5
2,700	0,024	0,883	5,9
2,700	0,049	0,119	5,7

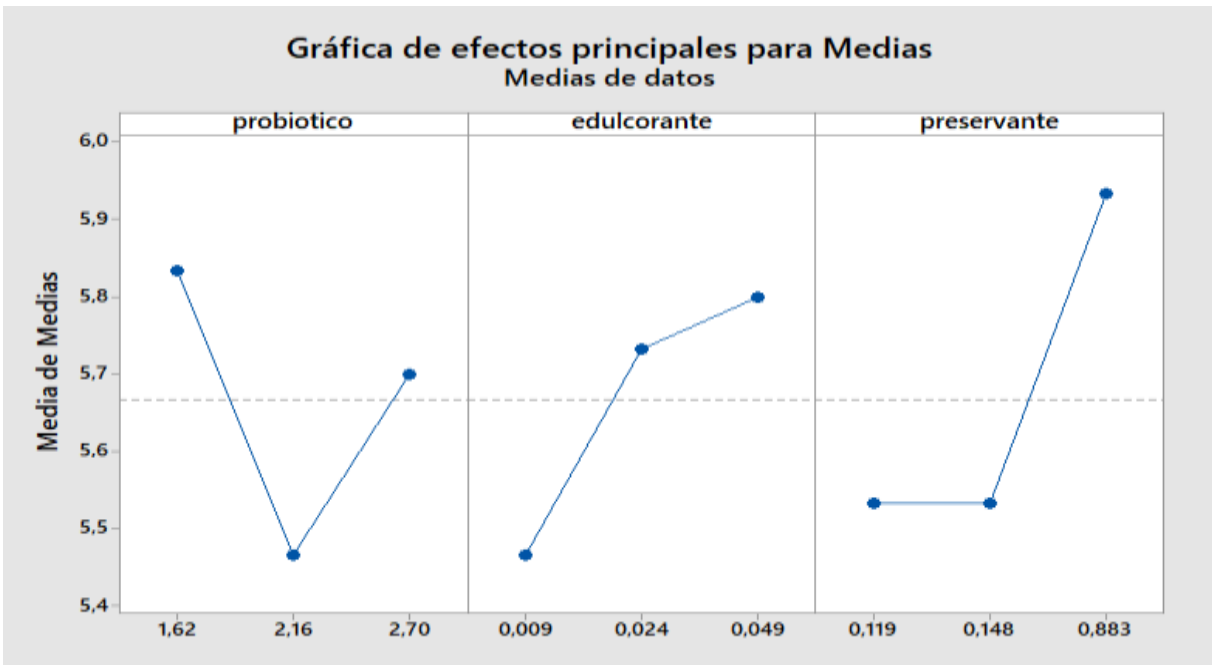
Fuente: Autores.

En esta tabla se expresan las diferentes corridas utilizadas en la formulación del yogurt, donde especifica claramente que cantidad de aditivo se le añadirá al producto.

Se realizaron nueve corridas puesto que los aditivos a evaluar fueron 3. una vez fermentada la leche y obtenido el yogurt se procedió a agregar los aditivos correspondientes a concentraciones que se expresan en la tabla 4.3, obteniendo así los valores de nivel correspondientes.

Los niveles establecidos por Taguchi se forman en base a las variables determinadas, en este caso serán 3 (edulcorante – probiotico – preservante) como se observó en el grafico 3.1, se evalúa la formulación del yogurt en base a los niveles A, B y C, detallándose claramente las cantidades a adicionar durante la formulación evaluando así, la corrida más óptima para realizar el producto final.

Grafico 3.1. Efectos principales de Taguchi.



Fuente: Autores.

En la gráfica 3.1 se representan los efectos principales que tienen las variables elegidas para el diseño de experimentos, que en consideración a la formulación deberían tener influencia en la variable respuesta pH. El pH es influenciado fuertemente durante la fermentación por el probiótico, comportándose la distribución de los puntos de forma vertical en los tres niveles; el edulcorante tiene influencia solo en el nivel bajo y medio; y el preservante en el nivel alto. En conclusión la variable de mayor efecto sobre el pH en el proceso es el probiótico.

El tiempo de fermentación es uno de los parámetros más importantes a tomar en cuenta puesto que este dependerá de la cantidad de probiótico añadido y temperatura de inoculación e incubación, se observó que al añadir la cantidad baja media y alta los tiempos de fermentación variaron de 8 a 12 horas respectivamente puesto que la muestra que contenía la concentración más baja de probiótico tardo más tiempo en fermentarse.

La temperatura es uno de los puntos más críticos durante la fermentación debido a que de esta dependerá que la incubación sea un éxito es por esto que se llevó una inspección exhaustiva de la temperatura durante este proceso, haciendo el corte cuando se observó una textura espesa.

A las nueve muestras se les midió el pH por 7 días consecutivos, tomando en cuenta que la temperatura de estas.

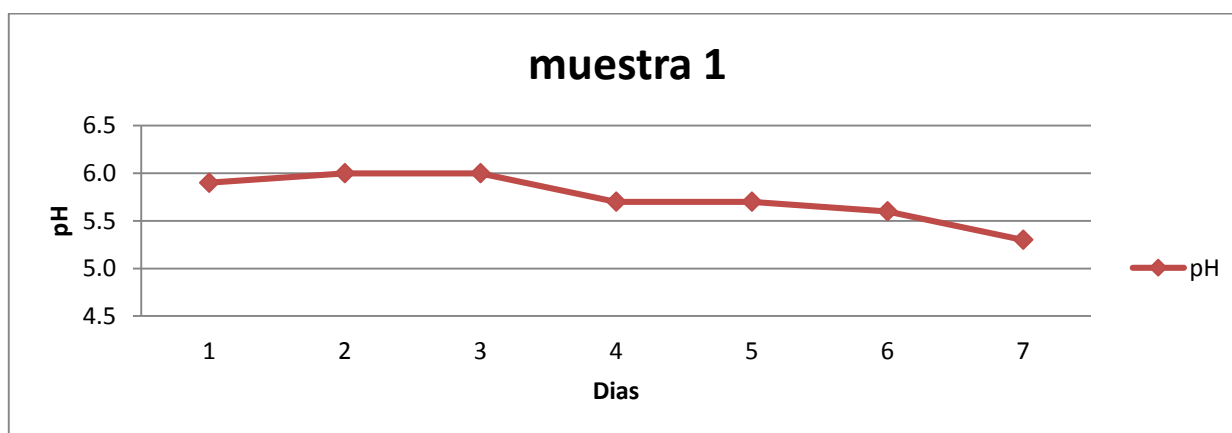
Tabla 4.4.

Evaluación del pH en la muestra 1.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,9	4	5,7	7	5,3
2	6	5	5,7		
3	6	6	5,6		

Fuente: Autores.

Gráfico 4.1. Análisis de pH en muestra 1



Fuente: Autores

Se realizó un control de 7 días mostrados en los gráficos para determinar q corrida no variaba tanto en sus niveles de pH, y cual era las más óptimas para realizar la formulación del yogurt

En el grafico 4.1 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente no presentando una buena estabilidad lo cual no lo hacía apto para

la formulación del producto final, ya que este tiene que tener un pH bajo para que sea aceptable. Entre más bajo el pH, mejor es el producto.

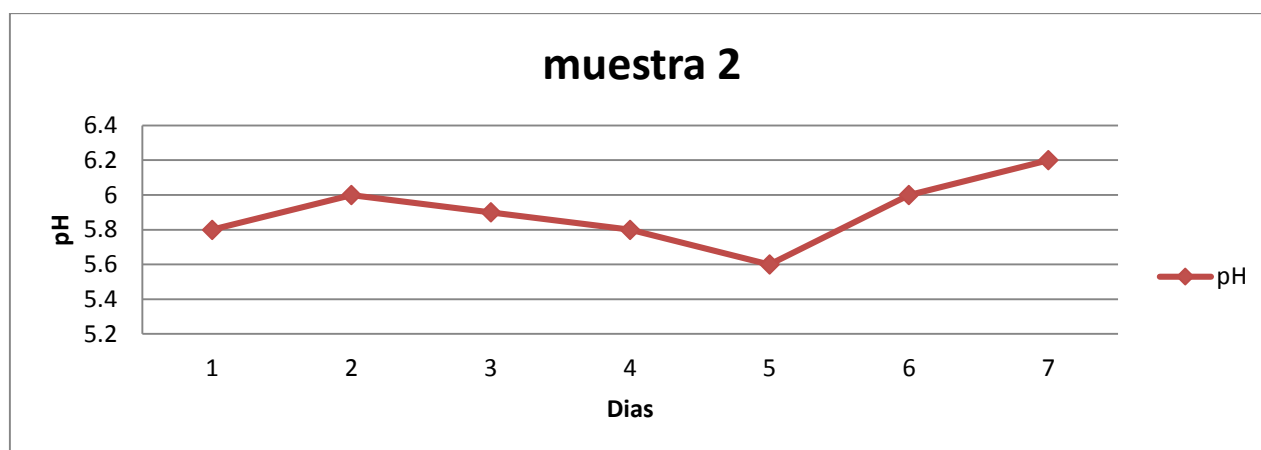
Tabla 4.5.

Evaluación del pH en la muestra 2.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,8	4	5,8	7	6,2
2	6	5	5,6		
3	5,9	6	6		

Fuente: Autores.

Gráfico 4.2. Análisis de pH en muestra 2.



Fuente: Autores.

En el gráfico 4.2 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente, entre 5.8 a 6.2 no presentando una buena estabilidad lo cual no lo hacía apto para la formulación del producto final.

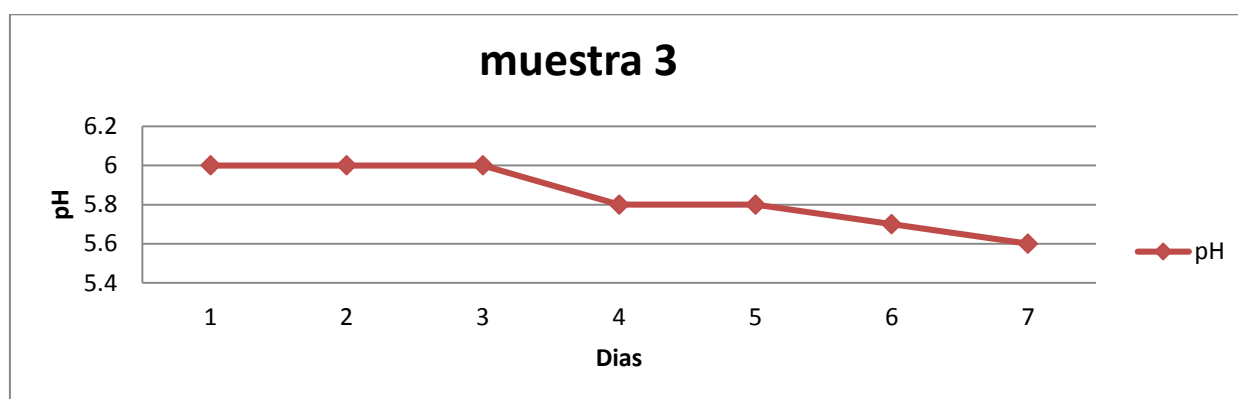
Tabla 4.6.

Evaluación del pH en la muestra 3.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	6,0	4	5,8	7	5,6
2	6,0	5	5,8		
3	6,0	6	5,7		

Fuente: Autores.

Gráfico 4.3. Análisis de pH en muestra 3.



Fuente: Autores.

En el grafico 4.3 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente disminuyendo de 6,0 a 5.6

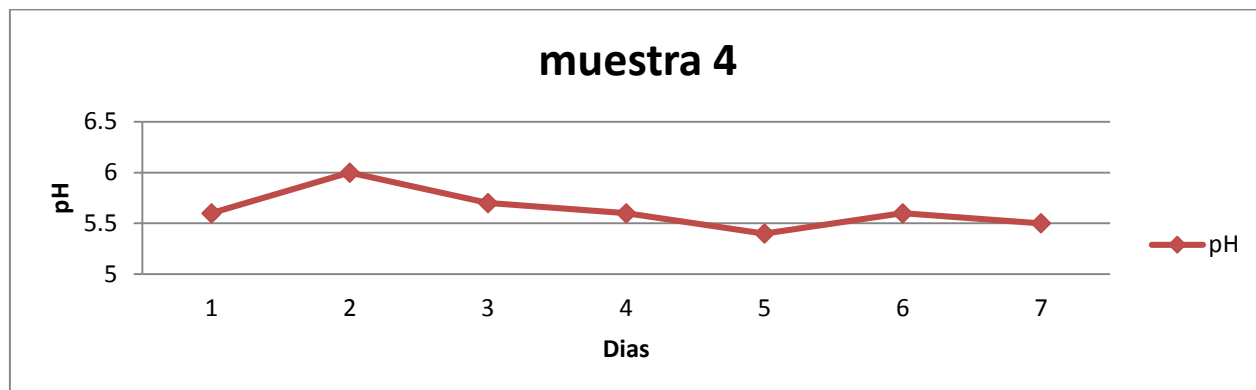
Tabla 4.7.

Evaluación del pH en la muestra 4.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,6	4	5,6	7	5,5
2	6	5	5,4		
3	5,7	6	5,6		

Fuente: Autores

Gráfico 4.4. Análisis de pH en muestra 4.



Fuente: Autores

En el gráfico 4.4 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente inicialmente de 5,6 a 6 y 5,5 el cual no tiene una buena estabilidad para el pH deseado.

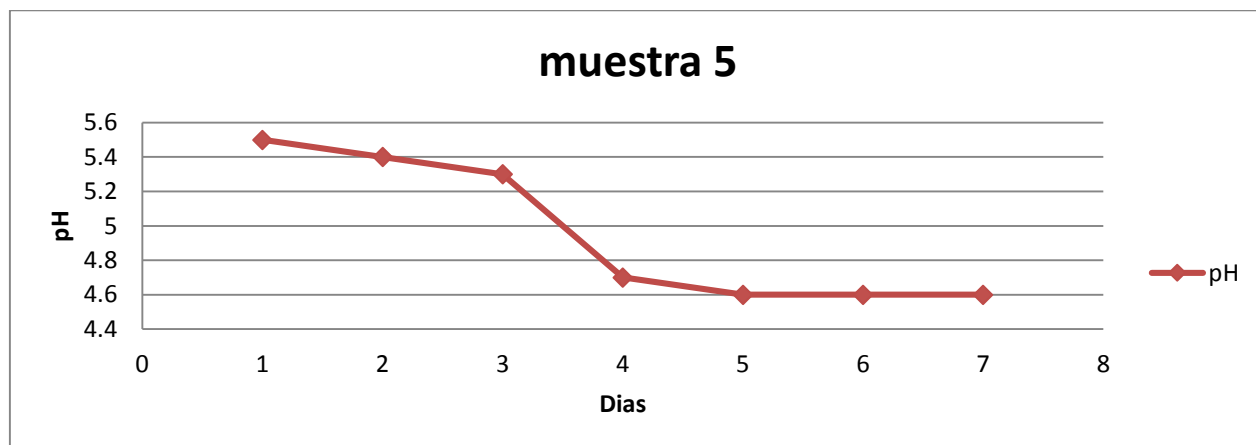
Tabla 4.8.

Evaluación del pH en la muestra 5.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,5	4	4,7	7	4,6
2	5,4	5	4,6		
3	5,3	6	4,6		

Fuente: Autores

Gráfico 4.5. Análisis de pH en muestra 5.



Fuente: Autores

En el grafico 4.5 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH permanece estable ya que sus niveles de pH bajaron de 5,5 a 4,6, permanecieron estable durante los últimos tres días con un pH de 4,6, presentando una buena estabilidad y el pH deseado para la formulación.

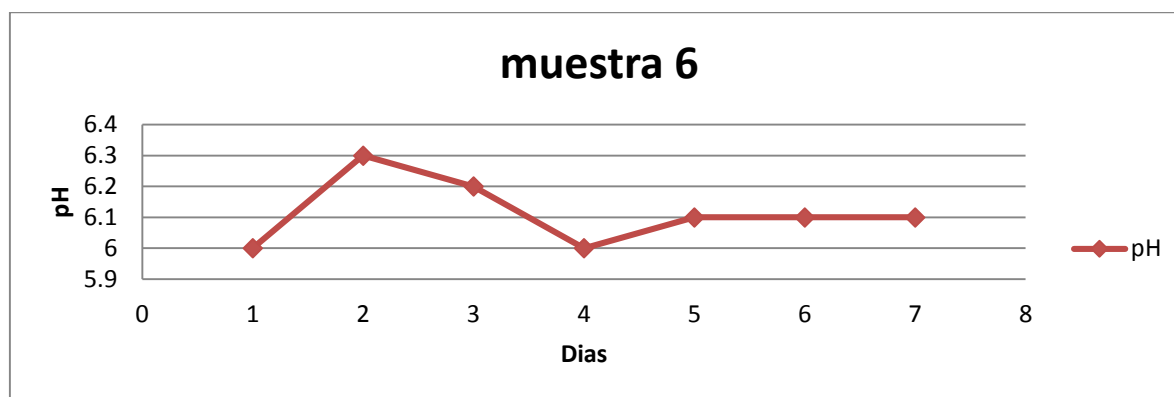
Tabla 4.9.

Evaluación del pH en la muestra 6.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	6	4	6	7	6,1
2	6,3	5	6,1		
3	6,2	6	6,1		

Fuente: Autores

Gráfico 4.6. Análisis de pH en muestra 6.



Fuente: Autores.

En el grafico 4.6 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente ya que sus niveles de pH son de 6,3 a 6, en los últimos días mantuvo el pH de 6.1

Tabla 4.9.

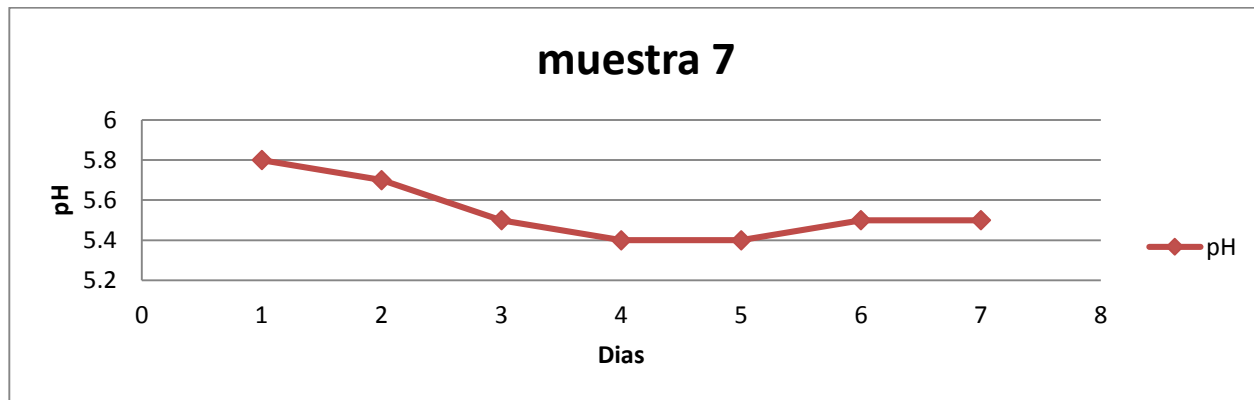
Evaluación del pH en la muestra 7.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,8	4	5,7	7	5,5
2	5,9	5	5,6		

3 5,7 6 5,5

Fuente: Autores.

Gráfico 4.7. Análisis de pH en muestra 7



Fuente: Autores.

En el gráfico 4.7 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente disminuyendo y aumentando su pH en los últimos días, no presentando una buena estabilidad lo cual no lo hacía apto para la formulación del producto final.

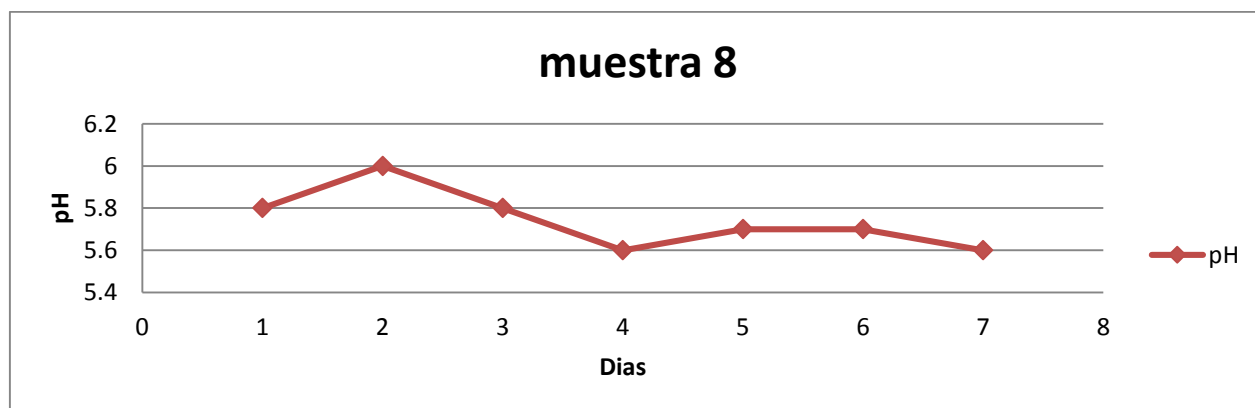
Tabla 4.10.

Evaluación del pH en la muestra 8.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,8	4	5,6	7	5,6
2	6	5	5,7		
3	5,8	6	5,7		

Fuente: Autores

Gráfico 4.8. Análisis de pH en muestra 8.



Fuente: Autores.

En el gráfico 4.8 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba significativamente disminuyendo sus valores, no presentando una buena estabilidad lo cual no lo hacía apto para la formulación del producto final.

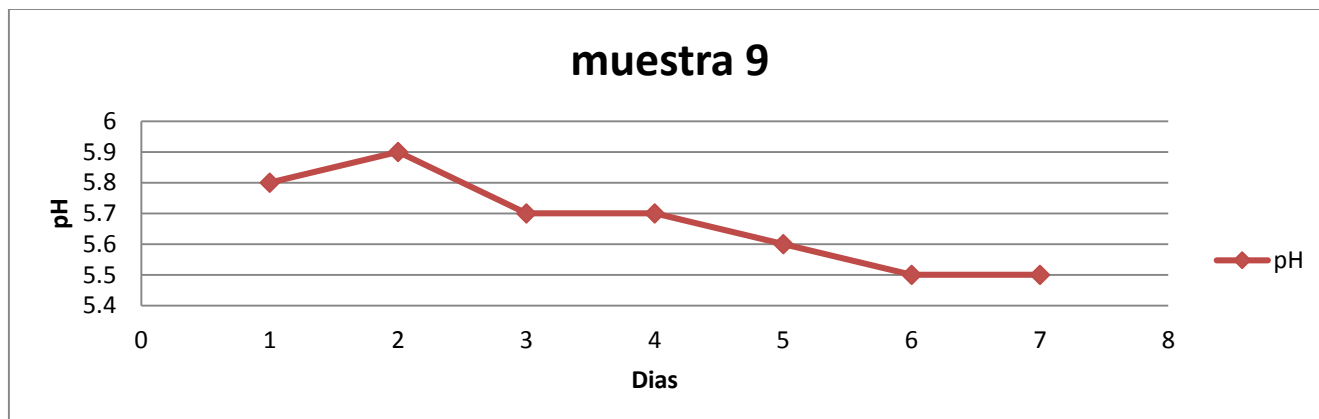
Tabla 4.11.

Evaluación del pH en la muestra 9.

Día	pH	Día	pH	Día	pH
1	5,8	4	5,7	7	5,5
2	5,9	5	5,6		
3	5,7	6	5,5		

Fuente: Autores

Gráfico 4.9. Análisis de pH en muestra 9.



Fuente: Autores.

En el gráfico 4.9 se observa que al transcurrir los días el nivel de pH variaba, este no presenta una buena estabilidad lo cual no lo hace apto para la formulación del producto final.

Para determinar que muestra sería utilizada en la formulación del yogurt se realizaron los promedios de cada muestra para así seleccionar cual es la más indicada para la formulación. Dichos promedios están representados en la tabla 4.12.

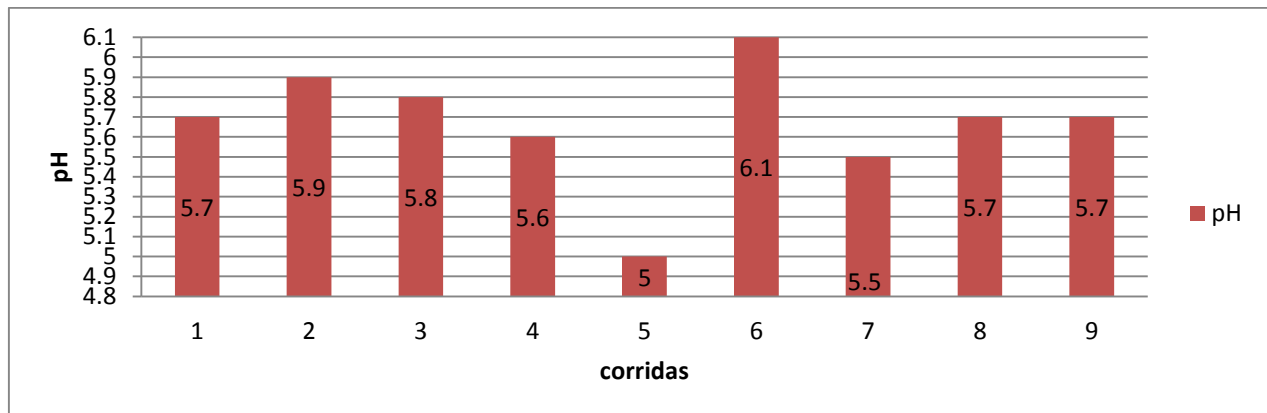
Tabla 4.12.

Evaluación del pH en las corridas.

Corrida	pH	Corrida	pH	Corrida	pH
1	5,7	4	5,6	7	5,5
2	5,9	5	5,0	8	5,7
3	5,8	6	6,1	9	5,7

Fuente: Autores

Gráfico 4.10. Promedios obtenidos en las corridas.



Fuente: Autores.

Como se puede observar la muestra que tiene mayor estabilidad con respecto al nivel de pH es la número 5, también se determinó que corrida era la más adecuada y cumplía con características organolépticas siendo seleccionada la corrida número 5 por lo cual se procedió a replicar dicha corrida para posteriormente realizar los análisis correspondientes como lo son; proteínas, grasas, Humedad, cenizas totales, conductividad, grados brix y viscosidad.

4.3. Análisis, físico-Químicos del yogurt

4.3.1. Cenizas.

La determinación de cenizas totales es de suma importancia debido a que nos permite estimar la cantidad total de minerales presentes en los alimentos, en la tabla 4.12 se muestra el porcentaje de residuos inorgánicos no volátil que quedó al incinerar las muestras de yogurt.

Tabla 4.13.

Determinación de cenizas totales en yogurt.

Muestras	g de la muestra	peso del crisol vacío			peso del crisol + muestra desecada			% CT	Promedio
		1er pesada	2da pesada	Promedio	1er pesada	2da pesada	promedio		
R1	5,0732	34,4121	34,4119	34,4120	34,4279	34,4272	34,4276	0,3065	0,3275
R2	5,0356	35,5493	35,5487	35,5490	35,5668	35,5663	35,5666	0,3485	
R3(blanco)	5,0110	31,0949	31,0948	31,0949	31,0962	31,0960	31,0961	0,0249	

Fuente: Autores.

La cantidad de cenizas totales obtenidas en la muestra del yogurt fue de 0,3275%.

En general las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos en el caso del yogurt oscila en el 0,80% a menos en este caso se obtuvo el 0,32% lo cual nos indica lo cual nos indica una buena calidad del producto ya que comúnmente el porcentaje de cenizas se utiliza como índice de calidad en los alimentos.

4.3.2. Proteínas.

Las proteínas es uno de los parámetros más importantes a evaluar debido a que son esenciales ya que se necesita ingerir diariamente una cantidad mínima de proteínas de buena calidad, además de contener calorías son de vital importancia en la ingesta diaria de los consumidores es por esto que en la tabla se muestra los análisis realizados al yogurt de soja.

Tabla 4.14.

Datos obtenidos en el proceso de digestión.

	Muestras	g de la muestra	Peso del tubo vacío (g)	masa del tubo con residuo(g)	yogurt agregado(g)
Digestión	R1	2,0316	7,5050	0,7601	1,272
	R2	2,0426	7,5283	0,6597	1,383
	R3(blanco)	2,0012	7,5051	0,0002	2,001

Fuente: Autores.

Tabla 4.15.

mL gastados de H₂SO₄ en la titulación del yogurt.

	Muestras	mL de H ₂ SO ₄ gastados
Titulación	R1	1,9
	R2	1,5
	R3	0,1

Fuente: Autores.

Tabla 4.16.

Porcentaje de nitrógeno obtenido en el yogurt.

% de nitrógeno	R1	0,3964
	R2	0,3083

Fuente: Autores.

Tabla 4.17.

Porcentaje de proteína en el yogurt.

% de proteína	R1	2,5292
	R2	1,9671
	Promedio	2,2482

Fuente: Autores.

Se obtuvo el 2,24% de proteínas por cada 100 gramos del yogurt lo cual lo hace óptimo para el consumo, como se logra apreciar el contenido de proteínas obtenido en la leche se duplica al realizar el yogurt esto ocurre debido a que es un yogurt griego cumpliendo así con una de las características más importantes en este tipo de yogures.

4.3.3. Determinación de humedad.

El control de humedad en el yogurt es un proceso crucial debido a que se implementa la mejora en la conservación y calidad de su estado, en el caso del yogurt posee entre 80 a 92%, el contenido de humedad es frecuentemente un índice de estabilidad en el producto final, en la tabla 19 Se muestra el análisis realizado al yogurt de soja.

Tabla 4.18.

Determinación de humedad total.

Replicas	g de la muestra	Peso de la capsula vacía			Peso de la capsula con muestra desecada			%HT	Promedio
		1er pesada	2da pesada	Promedio	1er pesada	2da pesada	Promedio		
R1	5,0015	27,1236	27,1232	27,1234	27,4010	27,4009	27,4010	94,4507	91,3506
R2	5,0008	25,4254	25,4251	25,4253	25,8579	25,8577	25,8578	91,3506	
R3(blanco)	5,0002	28,2916	28,2912	28,2914	28,2909	28,2908	28,2909		

Fuente: Autores.

Como se puede apreciar el porcentaje de humedad del yogurt se encuentra dentro de los parámetros establecidos lo cual le da una buena estabilidad y conservación al producto final, cumpliendo así con uno de los parámetros de vital importancia de este producto.

4.3.4. Determinación de grasas totales.

La determinación de grasas totales es de suma importancia debido a que es uno de los parámetros fundamentales para determinar la calidad de un alimento, en la Ilustración 2.6 se determina los rangos máximos permitidos que debe tener un yogurt elaborado con leche ácido fila, por lo tanto, en la tabla 4.19 se detalla el análisis realizado al yogurt de soja.

Tabla 4.19.

Determinación de grasa total en el yogurt.

Replicas	Beacker vacío	g de muestra	Peso del beacker con muestra desecada			Promedio	%G
			1er pesada	2da pesada	3er pesada		
R1	48,5615	10,0013	49,3268	49,3556	49,3555	49,3459666 7	3,051 1
R2	50,2791	10,0008	50,4188	50,4160	50,4167	50,4171666 7	
R3(blanco)	48,6238	10,0001	48,624	48,613	48,613	48,6166666 7	
Promedio	49,1548	10,00073333				49,4599	

Fuente: Autores.

Como se logra apreciar el % de grasas del yogurt de soja es del 3,05% lo cual cumple con lo establecido en el Codex 322r que indica que la cantidad máxima permitida de grasa en el yogurt es del 15%, hay que destacar que este yogurt contiene grasas saturadas, mono insaturadas y polinsaturadas destacando por no contener colesterol.

4.3.5. Conductividad eléctrica.

La conductividad electrolítica, abreviada como CE, es la medida de la capacidad de una sustancia para transportar una corriente eléctrica, lo que significa que las sales disueltas son los principales contribuyentes a la conductividad de una solución.

Tabla 4.20.

Determinación de conductividad en el yogurt.

Replicas	CE ms/cm	Temperatura
R1	2,22	20 °C
R2	2,23	20°C
R3	2,23	20 °C
Promedio	2,23	20 °C

Fuente: Autores

Durante la fermentación, es posible que se convierta calcio coloidal y magnesio en sus formas iónicas, estos iones de calcio y magnesio son capaces de transportar una corriente a través de la base de yogurt fermentado, aumentando la Conductividad Eléctrica, se puede determinar la conductividad, para verificar si ha finalizado la fermentación, como resultado se puede observar en la tabla 4.18 que el yogurt elaborado está en un promedio estable lo cual significa que es aceptable para el consumo.

4.3.6. pH.

Los niveles de pH no varían significativamente en las muestras analizadas por lo que se puede declarar que el producto tiene una buena estabilidad.

Tabla 4.21.

Análisis de pH.

Replicas	pH	T °C
R1	4,8	20,6
R2	5	20,9
R3	4,9	20,9
R4	4,9	21,3
Promedio	4,9	20,925

Fuente: Autores

4.3.7. Porcentaje de acidez del yogurt.

Tabla 4.22.

Análisis de acidez Titulable.

Semana	Acidez del yogurt %	Promedio
1 ^{era}	0,87	0,88
2 ^{da}	0,90	

Fuente: Autores.

Se muestran los porcentajes de acidez, evaluados en la 1^{era} y 2^{da} semana una vez obtenido el producto final, como se puede apreciar en la tabla 4.20 el rango de acidez es aceptable ya que se encuentra entre los límites permisibles de la norma INEN (0,85 – 0,95%) este análisis ayuda a comprobar el crecimiento de los microorganismos que intervienen en el proceso de fermentación.

4.3.8. Determinación de grados Brix.

Tabla 4.23.

Análisis de grados Brix.

Replicas	Brix %	Promedio
R1	3,8	3,93
R2	4,0	
R3	4	

Fuente: Autores.

La escala brix es utilizada para medir los niveles de azúcares q se encuentran presentes en los alimentos, en la tabla 4.23 se detalla los resultados obtenidos al hacer este análisis determinando que el producto posee un porcentaje bajo en azúcar.

4.3.9. Determinación de viscosidad.

Tabla 4.24.

Determinación de viscosidad en el yogurt.

Replicas	Centipoins (CP)	T °C
R1	121,4	20
R2	120,3	20
R3	119,6	21
Promedio	120,4333	20,3333

Fuente: Autores.

La determinación de viscosidad, es necesaria en productos tales como el yogurt debido a que este análisis determina la textura que tendrá dicho producto. En este caso el promedio de las muestras analizadas es de 120,43 centipoins lo cual es un indicador que nuestro producto posee una textura moderada.

4.3.10. Análisis microbiológico.

La estabilidad del yogurt depende gran parte de los microorganismos no deseables en el producto final, debido a que si estos se encuentran presentes reducirían significativamente la vida útil del producto, por lo cual, se procedió a realizar el análisis microbiológico para determinar si hay presencia o no de *E. coli* (E.Coli).

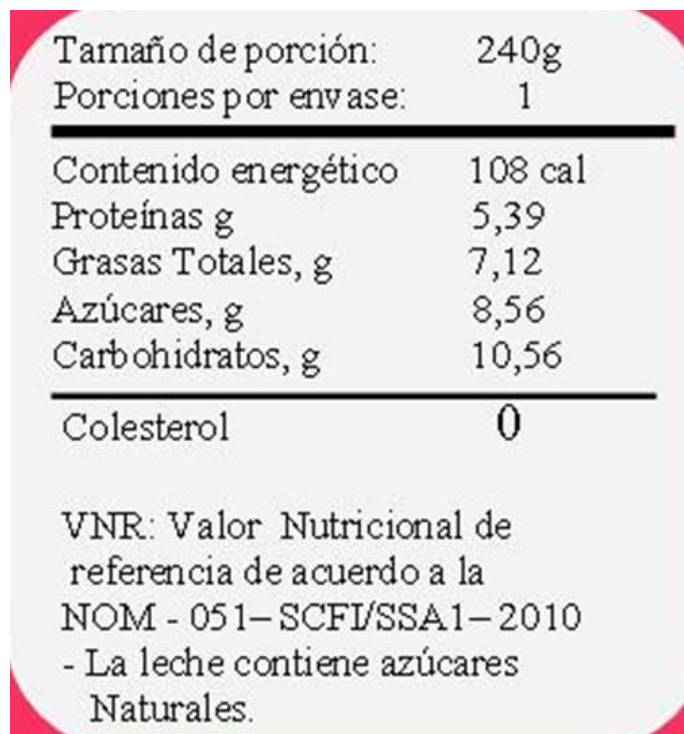
Donde la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Yogurt (NTON), indica que el número de recuento mínimo permitido para el yogurt es $< 3 < 10$ y de acuerdo a los resultados obtenidos en la ilustración del anexo 9, se obtuvo un valor de $< 3,0$ de recuento en la muestra de yogurt, indicando que este no excede los límites permitidos, por lo que se declara que no contiene microorganismos patógenos, demostrando así que no hubo contaminación en el proceso de extracción de la leche, ni en la formulación del yogurt.

4.4. Etiquetado del producto final

Es importante saber que la tabla de información nutricional es una lista cerrada de valor energético y de nutrientes, que no pueden completarse con ninguna otra información nutricional. Fijarse en las etiquetas a la hora de comprar o consumir debería ser un hábito en nuestras rutinas, siendo una herramienta imprescindible para tener una alimentación saludable y responsable.

Esto nos ayuda a tomar decisiones que se adapten a las necesidades y preferencias individuales, nos informa sobre sustancias o productos que causan alergias o intolerancias, ayudan a comparar productos y a elegir las alternativas más adecuadas. Para poder obtener dicha tabla nutricional se llevaron a cabo análisis proximales, realizados en el laboratorio de Análisis físicos químicos de alimentos (LAFQA).

Ilustración 4.1. Información nutricional del yogurt de soja.



Tamaño de porción:	240g
Porciones por envase:	1
<hr/>	
Contenido energético	108 cal
Proteínas g	5,39
Grasas Totales, g	7,12
Azúcares, g	8,56
Carbohidratos, g	10,56
<hr/>	
Colesterol	0
VNR: Valor Nutricional de referencia de acuerdo a la NOM - 051-SCFI/SSA1-2010 - La leche contiene azúcares Naturales.	

Fuente: Autores.

4.5. Evaluación sensorial

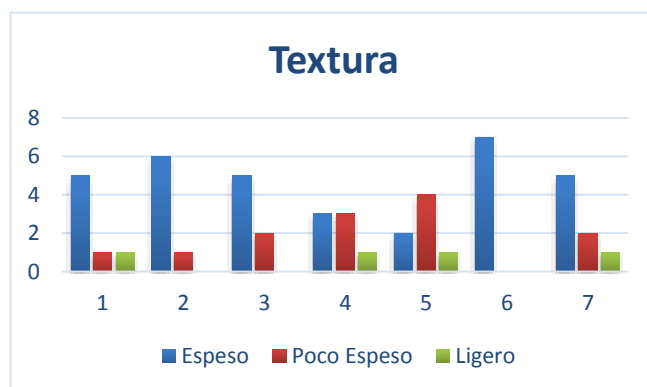
La aceptabilidad sensorial de la formulación del yogurt se determinó con consumidores entre las edades de 10 a 80 años, conformado por 50 personas, en el cual se evaluó, color, olor, sabor y textura, el objetivo de realizar la evaluación sensorial es traducir los datos suministrados por los consumidores en la aceptación del producto terminado.

Tabla 4.25. Evaluación de la textura del yogurt.

Edad/años	Espeso	Poco Espeso	Ligero
10 a 20	5	1	1
21 a 30	6	1	0
31 a 40	5	2	0
41 a 50	3	3	1
51 a 60	2	4	1
61 a 70	7	0	0
71 a mas	5	2	1

Fuente: Autores

Gráfico 4.11 Evaluación de la textura del yogurt



Fuente: Autores

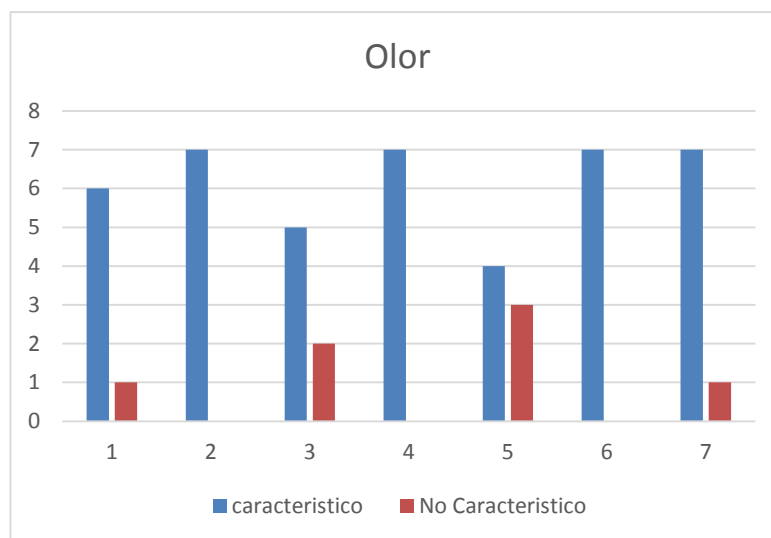
Evaluando la entrevista realizada se detalla q el yogurt tiene una alta aceptabilidad puesto q consta de buena textura para los consumidores.

Tabla 4.26.

Evaluación del olor del yogurt.

Edad/años	Característico	No Característico
10 a 20	6	1
21 a 30	7	0
31 a 40	5	2
41 a 50	7	0
51 a 60	4	3
61 a 70	7	0
71 a mas	7	1

Gráfico 4.12 Evaluación del olor del yogurt



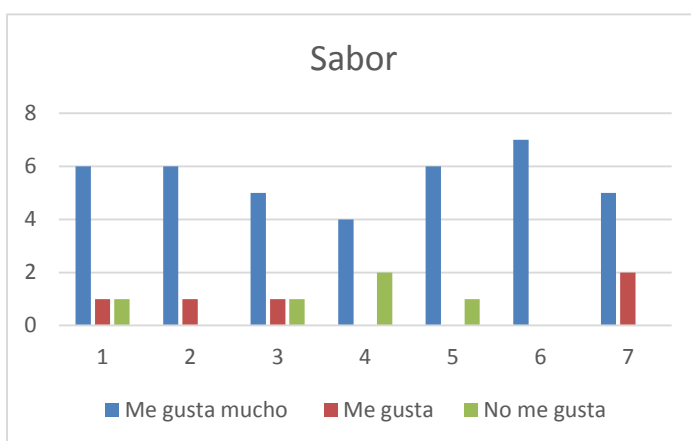
Fuente: Autores

Evaluando el olor del yogurt presento una alta aceptación con respecto a su característica ya que la mayoría de los consumidores respondieron que el yogurt tiene un olor característico.

Tabla 4.27. Evaluación del sabor del yogurt.

Edad/años	Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta
10 a 20	6	1	1
21 a 30	6	1	0
31 a 40	5	1	1
41 a 50	4	0	2
51 a 60	6	0	1
61 a 70	7	0	0
71 a mas	5	2	0

Gráfico 4.3 Evaluación del sabor del yogurt



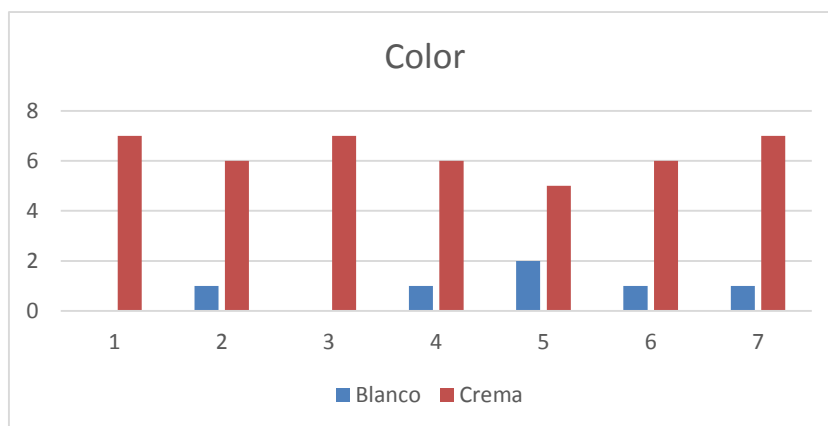
Fuente: Autores

El yogurt obtuvo buena aceptación de los consumidores con respecto a su sabor detallando que el sabor a soja era débil y en ocasiones no se sentía.

Tabla 4.28. Evaluación del color del yogurt.

Edad/años	Blanco	Crema
10 a 20	0	7
21 a 30	1	6
31 a 40	0	7
41 a 50	1	6
51 a 60	2	5
61 a 70	1	6
71 a mas	1	7

Gráfico 4.14 Evaluación del color del yogurt



Fuente: Autores

El color del yogurt durante la formulación se pretendió que fuera natural por lo cual dio como resultado un color crema, lo cual fue verificado durante la encuesta ya que la mayoría de los consumidores encuestado respondieron que el color del yogur es crema.

Cada muestra entregada fue de aproximadamente 50 ml procediendo a la evaluación sensorial, como se logra apreciar el yogurt obtuvo una alta aceptación de los consumidores, es por esto que se procedió a realizar la misma formulación.

CAPITULO V



5.1. CONCLUSIONES

Al haber desarrollado las técnicas de extracción en la leche de soja, se pudo observar los cambios de características organolépticas que brindan cada una de ellas y los cambios físicos presentes antes y después de refrigeración, debido a las observaciones se tomó como referencia la técnica de Cornell, como se menciona en la monografía, esta técnica fue la más indicada para la pre formulación del yogurt.

Para obtener mejores resultados en la formulación se procedió a Cuantificar el, %grasa, %proteína y densidad de la leche de soja y realizar los análisis sensoriales, estos últimos obtuvieron resultados significativos debido a la aceptabilidad por lo cual se procedió a la pre formulación del yogurt.

La formulación conlleva un proceso complicado, para verificar la estabilidad del producto, es por ende que se declaran los análisis físicos químicos realizados tanto en la leche como en el yogurt, para determinar calidad, vida útil y aceptación en los consumidores.

La información nutricional es muy importante en los productos alimenticios y es por eso que se cumplieron con los parámetros de acuerdo a la NOM-051-SCFI_SSA1-2010, (Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados-Información comercial y sanitaria) lo cual establece los ITEM para el etiquetado, valorado en la Codex STAN-322R.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✚ Verificar las características organolépticas de la leche, en cierto tiempo para evaluar si estas cambian sus propiedades.
- ✚ Calcular el porcentaje de agua en la formulación de la leche, debido que los yogures de soja no son tan espesos.
- ✚ Controlar los niveles de pH puesto que de esto dependerá la vida útil del producto terminado.
- ✚ Controlar temperatura en el yogurt a la hora de incubación debido a que no se fermentara si la temperatura no se encuentra en los rangos establecidos.
- ✚ Mantener en refrigeración, a 4 °C para que su conservación sea más prolongada ya que si se somete a variaciones de temperatura el producto caducará antes de lo establecido.
- ✚ Determinar el porcentaje de acidez por 3 semanas aproximadamente 'para evaluar su tiempo de caducidad.
- ✚ Tomar en cuenta todos los parámetros de Inocuidad, Higiene y seguridad en la elaboración del yogurt

5.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NTE INEN 3028. (2018). bebidas de soja no fermentada, requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana*, 2-8. Obtenido de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B322R-2015%252FCXS_322Rs.pdf

(2010).

Adolo, P. H. (16 de junio de 2010). *Bacterias Acido Lacticas, papel funcional en los alimentos*. Obtenido de Bacterias Acido Lacticas, papel funcional en los alimentos: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf>

Agro-edu. (2013). *fenologia soja*. Obtenido de fenologia soja: http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/feno_soja.pdf

Andrea, L. M. (25 de enero de 2008). *DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN TIPO YOGURT ELABORADO CON LECHE DE SOYA CON EDULCORANTE ARTIFICIAL Y DISEÑO DEL*. Obtenido de DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN TIPO YOGURT ELABORADO CON LECHE DE SOYA CON EDULCORANTE ARTIFICIAL Y DISEÑO DEL: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1120_Q.pdf

Andrea, L. M. (25 de Enero de 2009). *DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN TIPO YOGURT ELABORADO CON LECHE DE SOYA CON EDULCORANTE ARTIFICIAL Y DISEÑO DEL*. Obtenido de DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN TIPO YOGURT ELABORADO CON LECHE DE SOYA CON EDULCORANTE ARTIFICIAL Y DISEÑO DEL: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1120_Q.pdf

AUCAL. (2019). propiedades y uso de la soja. *AUCAL*.

Domínguez Beatriz, I. G. (2002). Acido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *SCielo*.

FAO . (2015). codex 322-R (Norma Regional para productos de soja).

Yogurt de leche de soja (Glycine máx) CEA CH-86, por fermentación anaeróbica, laboratorio 107, Departamento de Química, UNAN-Managua, Mayo - Diciembre 2020.

FAO. (2003). Aditivos alimentarios. febrero .

FAO. (s.f.). *manual de composicion de la leche.*

INCAP. (2012). *Tabla de composicion de alimentos.* Guatemala: serviprensa S.A.

InfoAgro. (febrero de 2020). *industria de los cereales y derivados.* Obtenido de industria de los cereales y derivados:
<https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>

INTA. (2014). *Variedad CEA CH-86 de soja.* Obtenido de Variedad CEA CH-86 de soja.

INTA. (2020). *recomendaciones para la produccion de la soja.* Obtenido de <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2020/04/Recomendaciones-produccion-Soya-DEPARTAMENTAL-MANAGUA-2020.pdf>

Manzano, P. S. (2012). *ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LECHE Y YOGURT DE SOYA UTILIZANDO MÉTODOS COMBINADOS EN LA PLANTA DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR*”. Guaranda-Ecuador.

Martínez Domínguez Beatriz, I. G. (2002). Acido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *SCielo.*

Mercedes Blasco. (2017). *leches vegetales.* Barcelona: RBA, libros 2017.

Nieve, M. (17 de mayo de 2015). *influencia de la acides del yogurt y temperatura de almacenamiento.* Obtenido de influencia de la acides del yogurt y temperatura de almacenamiento:

<http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/211/17-2015-EPIA-Mendoza%20Nieve-INFLUENCIA%20DE%20LA%20ACIDEZ%20DEL%20YOGURT%20Y%20LA%20TEMPERATURA%20DE%20ALMACENAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OMS. (1 de enero de 2015). *Codex Alimentarius.* Obtenido de Codex Alimentarius:
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->

proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B322R-2015%252FCXS_322Rs.pdf

Ramirez, R. (2011). *Bacterias lacticas imortancia en alimentos y su importancia en la salud*. Obtenido de Bacterias lacticas imortancia en alimentos y su importancia en la salud: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/436/1/Bacterias%20I%c3%a1cticas%2c%20Importancia%20en%20alimentos%20y%20sus%20efectos%20en%20la%20salud.pdf>

Ridner, E. (2006). *soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Buenos Aires, Argentina: Grupo Q S.A.

Rodriguez Milagro, U. c. (octubre de 2016). *SIBIUNI*. Obtenido de SIBIUNI: <http://ribuni.uni.edu.ni/2322/1/AGRO16.pdf>

Rsario, L. M. (28 de enero de 2008). *DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN TIPO YOGURT ELABORADO CON LECHE DE SOYA CON EDULCORANTE ARTIFICIAL Y DISEÑO DEL*. Obtenido de DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN TIPO YOGURT ELABORADO CON LECHE DE SOYA CON EDULCORANTE ARTIFICIAL Y DISEÑO DEL: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1120_Q.pdf

Sampieri, R. C. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico D.F: McGRAW-HILL.

Tetra Pak. (2015). *Manuel d el asoja*. Tetra Pak.

ANEXOS



Anexo 1. Preparación de leche de soja.

Imagen A1.1. Recepción y pesado de la soja.



Fuente: Autores.

Imagen A1.2. Remojo de la semilla.



Fuente: Autores.

Imagen A1.3. Proceso de descascarado.



Fuente: Autores.

Imagen A1.4. Cotiledones limpios.



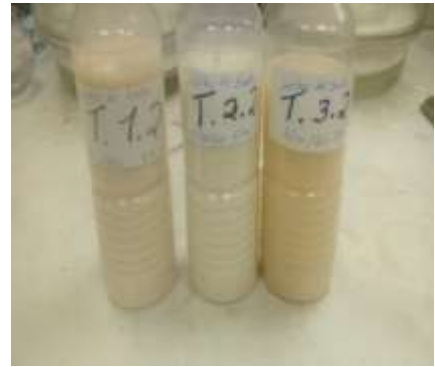
Fuente: Autores.

Imagen A1.5. Trituración de los cotiledones.



Fuente: Autores.

Imagen A1.6. Leche obtenida mediante las tres técnicas.



Fuente: Autores.

Imagen A1.7. Leche filtrada.



Fuente: Autores.

Imagen A1.8. Residuos (Okara).



Fuente: Autores.

Imagen A1.9. Pasterización de leche filtrada.



Fuente: Autores.

Anexo 2. Analisis a la leche de soja obtenida.

Imagen A2.1. Determinacion del contenido de grasa en leche de soja.



Fuente: Autores

Imagen A2.2. Determinacion de proteina en la leche de soja.



Fuente: Autores

Imagen A2.3. Determinacion de densidad de la leche de soja.



Fuente: Autores

Anexo 3. Formulación del yogurt.

Anexo A3.1. Proceso de inoculación.



Fuente: Autores

Anexo A3.2. Proceso de fermentación



Fuente: Autores

Anexo A3.3. Pruebas de yogurt realizadas antes de la última corrida.



Fuente: Autores

Anexo A3.4. Yogurt griego final.



Fuente: Autores

Anexo 4. Analisis fisicos y quimicos del yogurt griego.

Anexo
Determinacion
de grasas en yogurt.



Fuente: Autores

A4.1. Anexo
de Ddeterminación
de proteínas en yogurt.



Fuente: Autores

A4.2. Anexo
de Determinacion
de ceniza en el yogurt.



Fuente: Autores

Anexo
Determinacion
de humedad en el yogurt.



Fuente: Autores

A4.4. Anexo
de Determinacion
de viscosidad en el yogurt a
20 °C.



Fuente: Autores

A4.5. Anexo
de Determinacion
de acidez
titulable del yogurt.



Fuente: Autores

Anexo 5. Etiqueta del yogurt griego a base de leche de soja.

Imagen A5.1. Etiqueta de informacion general del yogurt.



Fuente: Autores

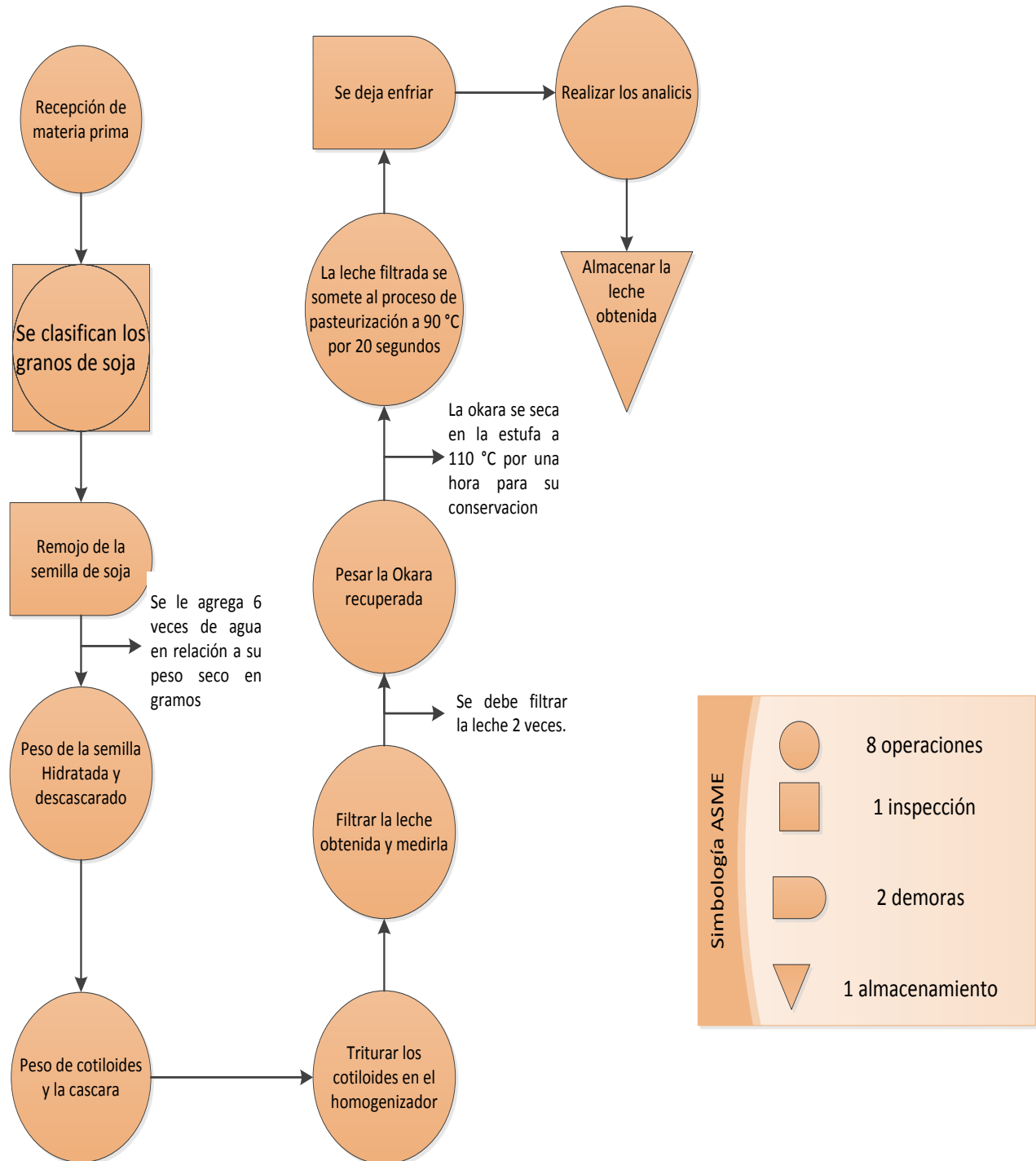
Imagen A5.2. Etiqueta de informacion nutricional del yogurt.



Fuente: Autores

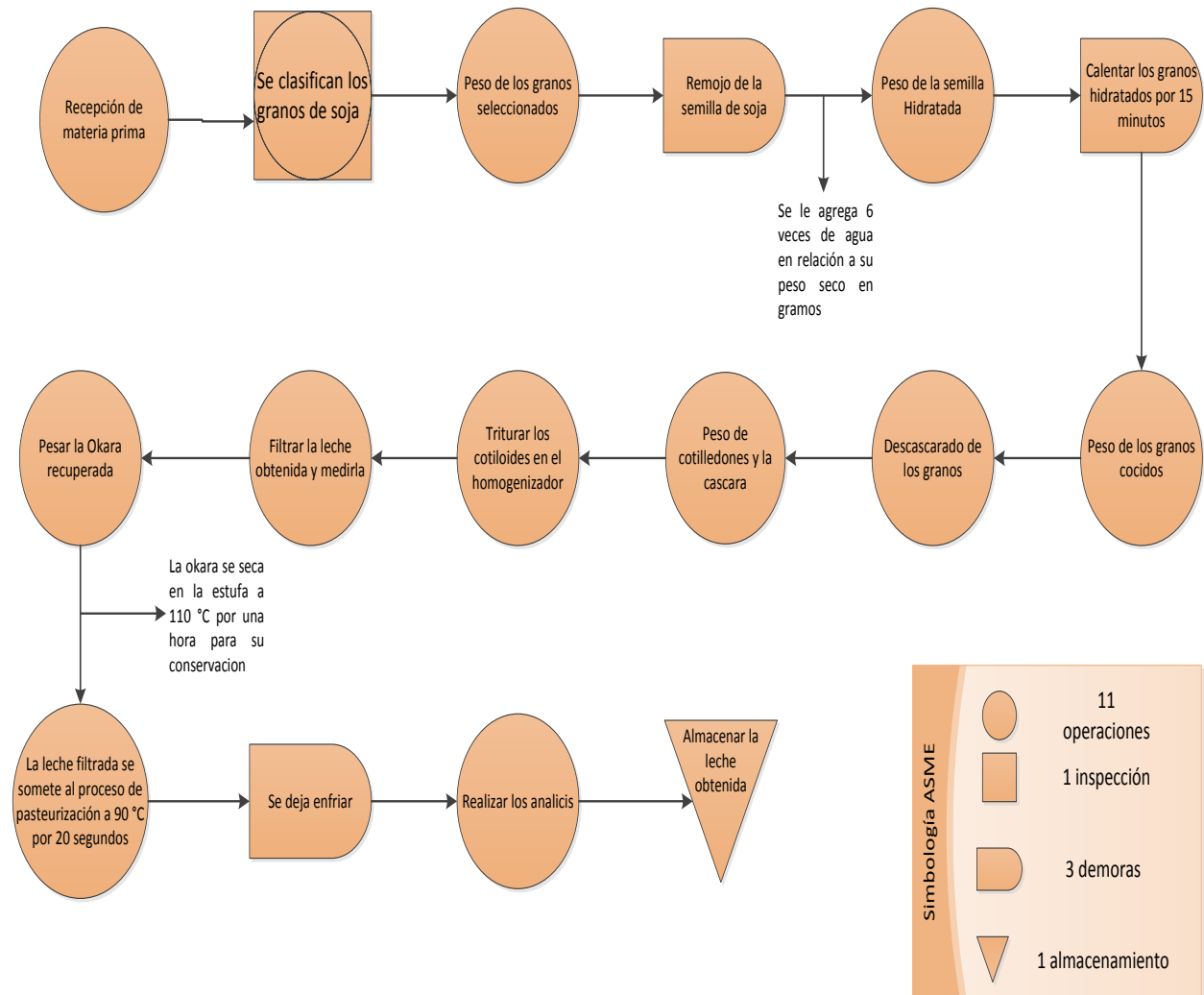
Anexo 6. Flujogramas de los procesos de preparación de leche de soja.

Diagrama A6.1. Técnica tradicional de preparación de leche de soja.



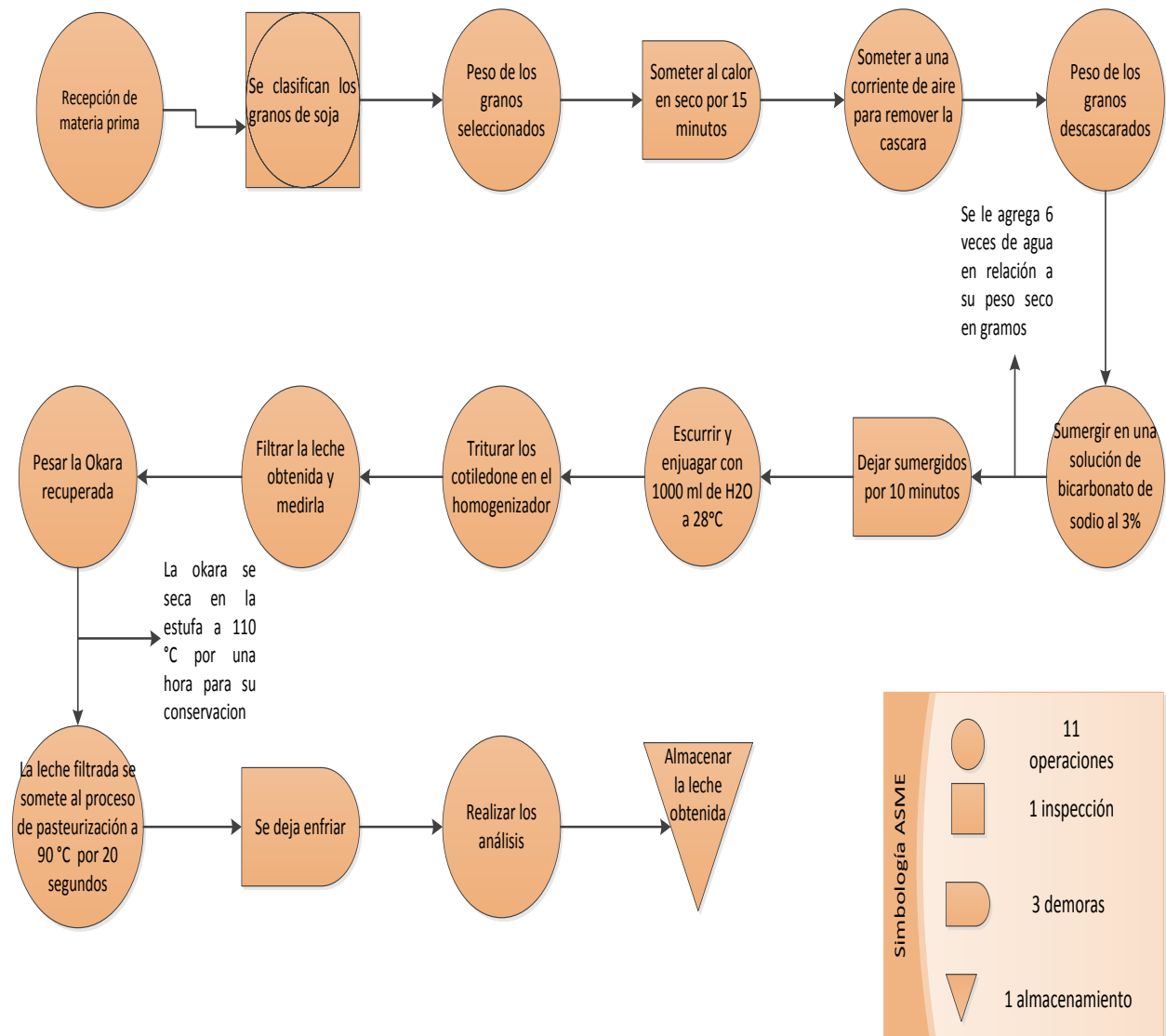
Fuente: Autores

Diagrama A6.2. Técnica Cornell de preparación de leche de soja.



Fuente: Autores

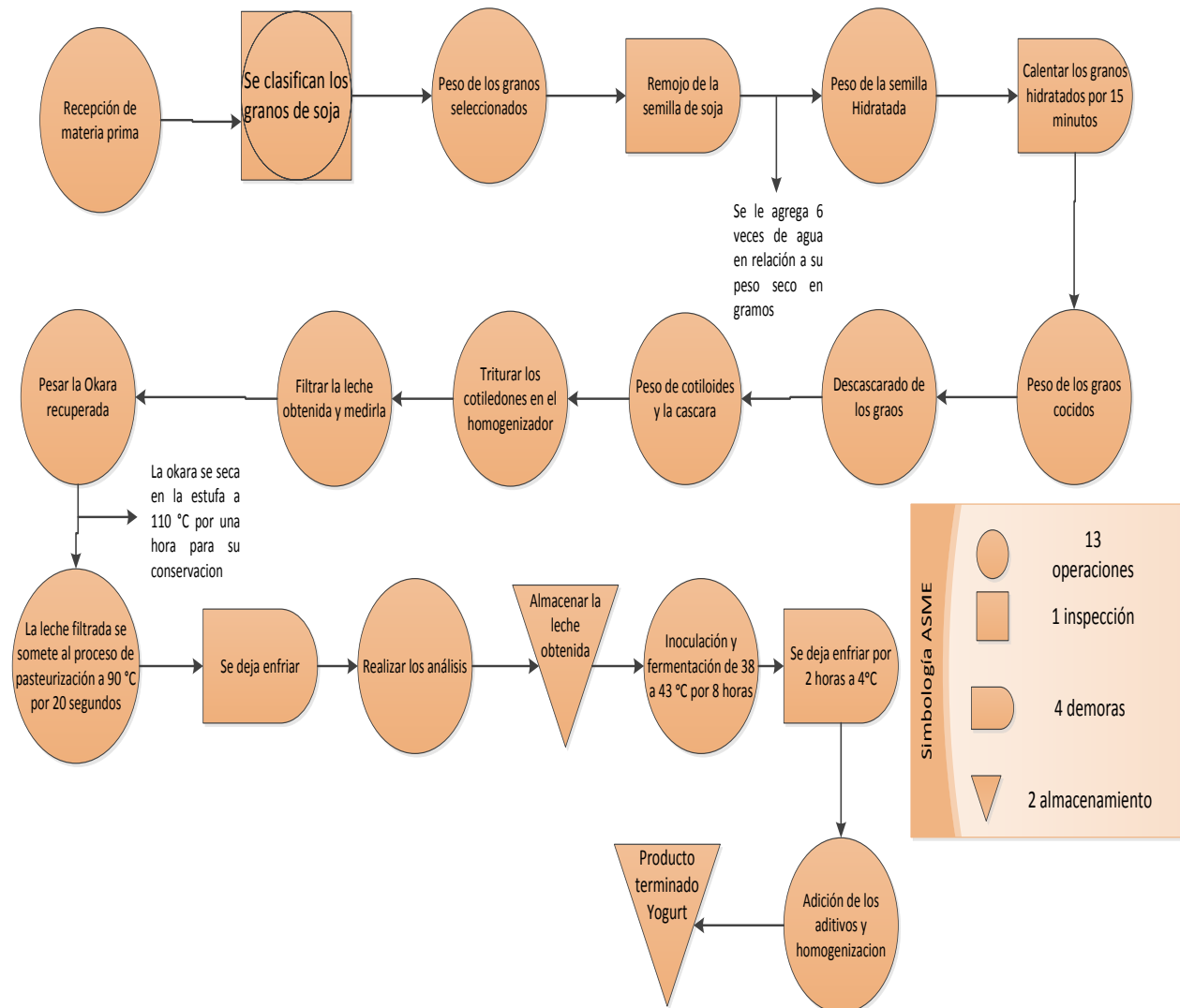
Diagrama A6.3. Técnica Illinois de preparación de leche de soja.



Fuente: Autores

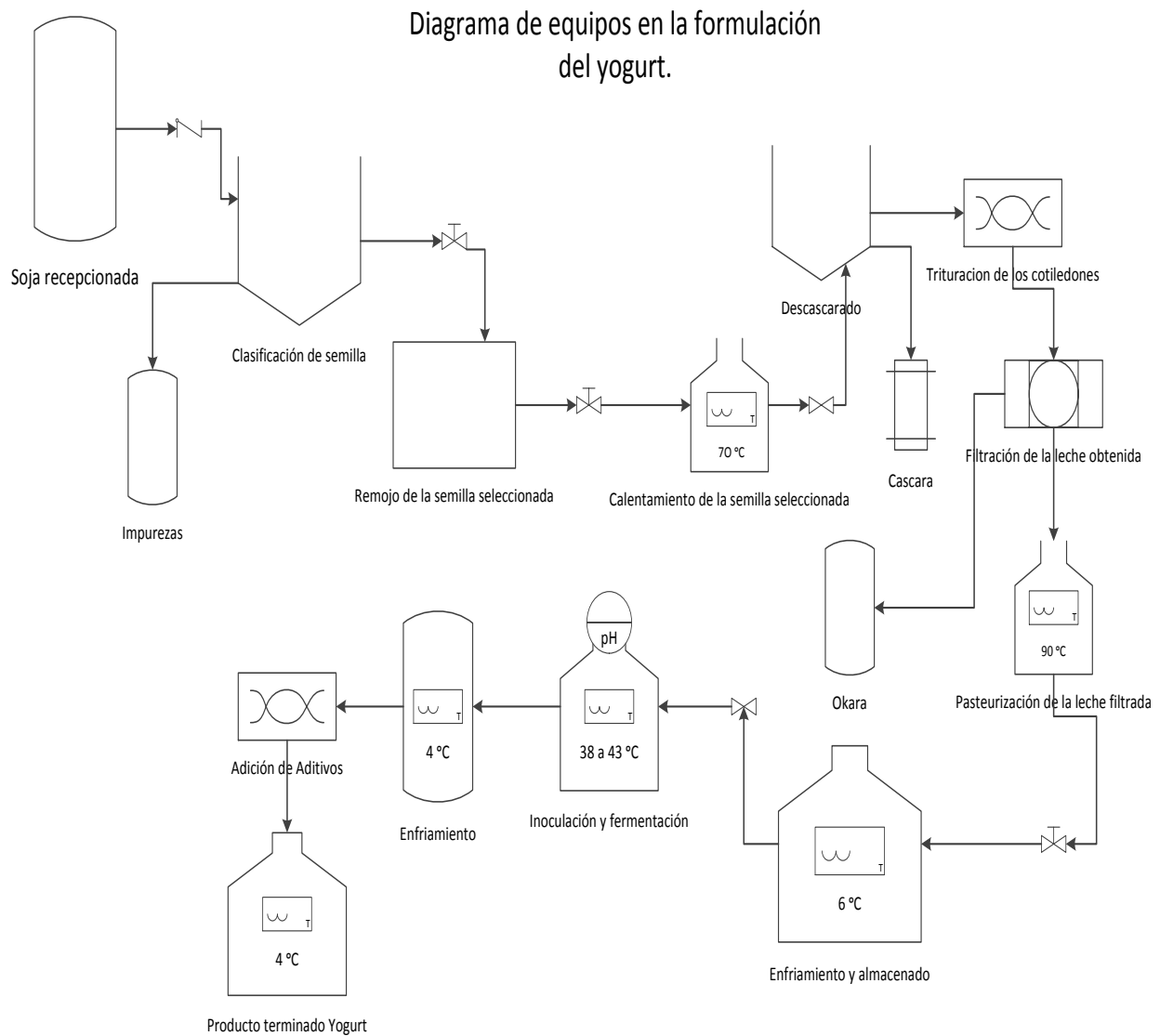
Anexo 7. Formulación del yogurt griego.

Diagrama A7.1. Flujograma del proceso de formulación del yogurt griego.



Fuente: Autores

Diagrama A7.2. Diagrama de equipo en la formulación del yogurt griego.



Fuente: Autores

Anexo 8. Encuesta



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL
MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA
INDUSTRIAL



Evaluación sensorial

Tema: Yogurt de leche de soja (Glycine máx) CEA CH-86, por fermentación anaeróbica, laboratorio 107, Departamento de Química, UNAN-Managua, Mayo - Diciembre 2020.

Fecha ___/___/___.

Lugar: _____.

Nombre del producto: **YOGURT DE SOJA.**

Estimado(a) caballero/dama ante su amable aceptación a la presente encuesta de evaluación sensorial, le solicito responda con sinceridad y de forma clara las siguientes preguntas:

Marque con una "X", SOLO UNA DE LAS OPCIONES.

I. Datos Generales

1.1. Nombres: _____.

1.2. Edad:

10 – 20 _____ 21 – 30 _____ 31 – 40 _____ 41 – 50 _____

51 – 60 _____ 61 – 70 _____ 71 a más _____

II. *Propiedades organolépticas*

2.1. Color:

Blanco _____ Crema _____

2.2. Olor:

Muy característico _____ Poco característico _____

Débil _____ Muy débil _____

2.3. Sabor:

Me gusta muchísimo _____ Me gusta _____

Ni me gusta ni me disgusta _____ Me disgusta mucho _____

2.4. Textura:

Espeso _____ Poco Espeso _____ Ligero _____

III. *Salida*

3.1. ¿Cómo se sintió con la encuesta? _____.


3.2. ¿Quiere agregar algo más a la información brindada?


_____.

¡Muchas gracias por su colaboración, es de gran importancia su opinión para nuestra investigación!

Anexo 9. Análisis Microbiológico

Anexo A 9.1 resultados analíticos

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN - Managua
Laboratorio de Biotecnología



RESULTADOS ANALITICOS
BIOTECR-2020-0202

CLIENTE: Angélica Mejía Mendoza
Teléfono de contacto: (502) 8644 3394
Correo electrónico: angibethmejia@gmail.com

Matriz / Tipo de muestra: Cereales y derivados/Leche fluida
Identificación de la muestra: Yogurt de soja
Localidad/Municipio/Departamento: UNAN-Managua
Coordenadas: NR

Fecha de muestreo: 2020-11-17
Hora de muestreo: 08 h 00
Fecha del reporte: 2020-12-01
Código de laboratorio: LM-2011-0019

No.	Parámetro	Método	Resultados	Límite de detección	RTCA 67.04.50:08	Unidades
1	<i>Escherichia coli</i>	FDA/BAM	< 3,0	< 3,0	< 3,0	NMP/g


Claves:
NR: No reportado
< 3,0: No hay evidencias de *Escherichia coli* previa realización de pruebas bioquímicas IMViC.


NMP/g = Número más probable de bacterias contenidas en 1 gramo de muestra, estimado en base a 3 réplicas de diluciones decimales seriadas de 50 gramos de muestra desde 10^{-1} hasta 10^{-5} .

United States Food and Drug Administration (FDA, 2001). Bacteriological Analytical Manual (BAM). Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and Coliform Bacteria (Actualización 10/2020).

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Inciso 8. Plan de muestreo y criterios microbiológicos para la vigilancia de alimentos. Tabla 2. Criterios microbiológicos para vigilancia: 6.0 Grupo de alimento: Productos elaborados a partir de cereales. 6.1 Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno.

La muestra fue colectada, preservada y transportada al Laboratorio de Biotecnología por el cliente.


Dra. Martha Lacayo Romero
Directora



¡A la libertad por la Universidad!

Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés (RURMA) Pabellón D, aula D-4
Apartado Postal 663. Teléfono: 22701287/22786769 ext. 6023, 6227.
www.unan.edu.ni/lab_bio. Correo electrónico: biotecnologia@unan.edu.ni

1 de 1

Fuente: RURMA