



Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y

Acuicultura

DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA TIPO
YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (*Annona muricata*)
GUANÁBANA

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario

AUTORA

Tinoco Valerio, Marilin Milagros

ASESORA

Mg. Aldave Palacios, Gladis Josefina

JURADO

Dr. Moreno Garro, Víctor Raúl

Ing. Blas Ramos, Walter Eduardo

Dr. Zambrano Cabanillas, Abel Walter

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios Padre, por iluminar mi camino, sostenerme en los buenos y malos momentos de mi vida, y por darme la perseverancia para seguir adelante.

A mis padres Dane e Ylda, por ser los pilares fundamentales en mi formación profesional, que con su amor, comprensión y apoyo incondicional me dan el aliento y la confianza para lograr mis metas y superación.

A mis hermanos Daniel y Diana, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A Ever, por acompañarme durante todo este arduo camino, por su amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar cada obstáculo y dificultades a lo largo de mi vida.

A mis padres Dane e Ylda, quienes son mi motor y mi mayor inspiración en la vida, que a través de su amor, comprensión y apoyo incondicional, me han acompañado durante toda mi formación profesional y de vida. El logro es también de ellos.

A mis hermanos Daniel y Diana, por acompañarme en todas las etapas de mi vida, por sus consejos, amor y apoyo constante.

A Ever, por formar parte de mi vida y acompañarme durante todo este arduo camino, por su amor, comprensión y apoyo constante.

A mi asesora, Mg.Gladis Aldave por su apoyo, paciencia y dedicación durante toda la elaboración de esta tesis.

Al Instituto de Investigación de la UNFV, por aportar parte del financiamiento que permitió la realización de este trabajo.

A la Planta Piloto de Leche de la Universidad Nacional Agraria La Molina y a la Empresa Lácteos Verano E.I.R.L., por su donación del suero lácteo, materia principal de estudio para la investigación.

Y en general agradezco a todas las personas que de una u otra forma, participaron en la realización de esta investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1.2.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	3
1.2 ANTECEDENTES	4
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4 JUSTIFICACIÓN	8
1.5 HIPÓTESIS	10
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	10
1.5.2 HIPÓTESIS ESPECIFICA	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	11
2.1 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1.1 GENERALIDADES DE LA VIDA ÚTIL.....	11
2.1.1.1 MEDICIÓN DE LA VIDA ÚTIL	12
2.1.1.2 FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA ÚTIL	13
2.1.1.2.1 FACTORES INTRÍNSECOS	14
2.1.1.2.2 FACTORES EXTRÍNSECOS	14
2.1.1.3 TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL	15
2.1.1.3.1 MÉTODO DIRECTO:	15
2.1.1.3.2 MÉTODO INDIRECTO	17
2.1.1.4 MODELACIÓN POR CINÉTICA DE DETERIORO PARA LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL	18
2.1.1.4.1 ORDEN DE REACCIÓN:	20
2.1.1.5 ETAPAS DE ENSAYO DE VIDA ÚTIL, PRINCIPIOS DE LAS PAVU	23
2.1.2 GENERALIDADES DE LA FERMENTACIÓN	25
2.1.2.1 FERMENTACIÓN LÁCTICA.....	25
2.1.2.2 FORMACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO.....	25

2.1.2.3	ÁCIDO LÁCTICO	26
2.1.2.4	BACTERIAS LÁCTICAS	27
2.1.3	GENERALIDADES DEL SUERO LÁCTEO.....	30
2.1.3.1	CLASIFICACIÓN.....	31
2.1.3.2	COMPOSICIÓN QUÍMICA	31
2.1.3.3	APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL	36
2.1.4	GENERALIDADES DEL TOCOSH.....	37
2.1.4.1	TOCOSH DE PAPA	37
2.1.4.2	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA	39
2.1.4.3	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TOCOSH DE PAPA	40
2.1.4.4	PROPIEDADES TERAPÉUTICAS	40
2.1.4.5	PRODUCCIÓN NACIONAL	41
2.1.5	GENERALIDADES DE LA (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA	43
2.1.5.1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	44
2.1.5.2	COMPOSICIÓN QUÍMICA	45
2.1.5.3	PROPIEDADES TERAPÉUTICAS.....	46
2.1.5.4	PRODUCCIÓN NACIONAL	47
	CAPITULO 3. MÉTODO.....	49
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.2	ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	50
3.2.1	ÁMBITO TEMPORAL	50
3.2.2	ÁMBITO ESPACIAL	50
3.3	VARIABLES	51
3.3.1	VARIABLE DEPENDIENTE	51
3.3.2	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	51
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRAS	51
3.4.1	POBLACIÓN	51
3.4.2	MUESTRAS.....	51
3.5	INSTRUMENTOS.....	51
3.5.1	MATERIALES.....	51
3.5.2	INSUMOS.....	52
3.5.3	REACTIVOS	52
3.5.4	EQUIPOS.....	53
3.6	PROCEDIMIENTOS	53
3.6.1	DISEÑOS EXPERIMENTALES DE FORMULACIÓN.....	53
3.6.2	EVALUACIÓN SENSORIAL	56

3.6.2.1	PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL ATRIBUTO “TEXTURA”	57
3.6.2.2	PRUEBA DE ACEPTACIÓN GENERAL	58
3.6.3	PROCESOS DE ELABORACIÓN	59
3.6.3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA MERMELADA DE (<i>A. MURICATA</i>) GUANÁBANA CON HARINA DE TOCOSH	59
3.6.3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA	65
3.7	ANÁLISIS DE DATOS	69
3.7.1	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL	69
3.7.2	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	70
3.7.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	70
3.7.4	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL LACTOSUERO	70
3.7.4.1	ÍNDICE DE ACIDEZ (EXPRESADO EN ÁCIDO LÁCTICO)	70
3.7.4.2	pH:.....	71
3.7.5	ANÁLISIS SENSORIAL DEL LACTOSUERO	71
3.7.6	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA GUANÁBANA.....	71
3.7.6.1	ÍNDICE DE ACIDEZ (EXPRESADO EN ÁCIDO CÍTRICO).....	71
3.7.6.2	pH.....	72
3.7.6.3	ÍNDICE SOLIDO SOLUBLE TOTALES (° BRIX).....	72
3.7.6.4	ÍNDICE DE MADUREZ	72
3.7.7	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA GUANÁBANA.....	72
3.7.8	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA MERMELADA DE (<i>A. MURICATA</i>) GUANÁBANA Y HARINA DE TOCOSH.....	74
3.7.8.1	ÍNDICE DE ACIDEZ (EXPRESADO EN ÁCIDO CÍTRICO)	74
3.7.8.2	pH.....	74
3.7.8.3	ÍNDICE DE LOS SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX).....	74
3.7.9	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MERMELADA DE GUANÁBANA Y HARINA DE TOCOSH.....	74
3.7.10	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA.....	74
3.7.10.1	ÍNDICE DE ACIDEZ (EXPRESADO EN ÁCIDO LÁCTICO)	74
3.7.10.2	pH.....	74
3.7.11	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA.....	75
3.7.12	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL	76
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....		78
4.1	RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL LACTOSUERO.....	78
4.2	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL LACTOSUERO	78

4.3	RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL LACTOSUERO	79
4.4	RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DEL LACTOSUERO.....	79
4.5	RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PULPA DE GUANÁBANA	80
4.6	RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA DE GUANÁBANA	80
4.7	RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MERMELADA DE (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA Y HARINA DE TOCOSH	81
4.8	RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MERMELADA DE (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA Y HARINA DE TOCOSH.....	81
4.9	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO.....	82
4.9.1	RESULTADO DE LA PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL ATRIBUTO DE LA TEXTURA.....	83
4.10	RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA.	85
4.10.1	RESULTADO DE LA PRUEBA DE ACEPTACIÓN.....	86
4.10.1.1	RESULTADO DEL ATRIBUTO SABOR	86
4.10.1.2	RESULTADO DEL ATRIBUTO OLOR.....	88
4.10.1.3	RESULTADO DEL ATRIBUTO APARIENCIA GENERAL.....	89
4.10.1.4	RESULTADO DEL ATRIBUTO TEXTURA	91
4.11	RESULTADO DEL DISEÑO DE FORMULACIÓN.....	93
4.11.1	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO	93
4.11.2	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA.....	94
4.12	RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA	95
4.13	RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA	95
4.14	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGUR A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y (<i>ANNONA MURICATA</i>) GUANÁBANA	96
4.15	RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL	97
4.15.1	RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	98
4.15.1.1	CINÉTICA DEL PH.....	98
4.15.1.1.1	RESULTADOS DEL DBCA.....	102
4.15.1.2	CINÉTICA DE ACIDEZ.....	106
4.15.1.2.1	RESULTADOS DEL DBCA.....	109
4.15.2	RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	113
4.15.2.1	CINÉTICA DE CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS AEROBIOS MESÓFILOS	114
4.15.3	RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL.....	117

4.15.1.3.1	RESULTADOS DEL DBCA.....	121
CAPITULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		126
CAPITULO 5. CONCLUSIONES.....		131
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES.....		132
CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		133
CAPÍTULO 8. ANEXOS		145

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fórmulas de calidad en función del tiempo y tiempo de vida media para las diferentes órdenes de reacción (n)	23
Tabla 2. Temperatura de almacenamiento según el producto.....	24
Tabla 3. Características diferenciales del <i>S.therophilus</i> y <i>L.bulgaricus</i>	29
Tabla 4. Composición química del lactosuero	32
Tabla 5. Composición fisicoquímica del lactosuero	33
Tabla 6. Contenidos en vitaminas del lactosuero.....	34
Tabla 7. Composición en aminoácidos esenciales (g/ 100g de proteína).....	35
Tabla 8. Taxonomía de la (<i>Solanum tuberosum L.</i>) papa	39
Tabla 9. Composición química del tocosh	40
Tabla 10. Taxonomía de la (<i>Annona muricata</i>) guanábana	44
Tabla 11. Composición química de la (<i>Annona muricata</i>) guanábana	45
Tabla 12. Producción Agrícola, 20011 - 2017	47
Tabla 13. Producción de guanábana en el Perú en 2017	48
Tabla 14. Diseño experimental (DBCA) del trabajo de investigación.....	50
Tabla 15. Diseño de formulación para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero (% en peso)	54
Tabla 16. Diseño de formulación para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero endulzada con harina de tocosh y (<i>Annona muricata</i>) guanábana (% en peso)	55
Tabla 17. Escala de ácido cítrico según el pH de la pulpa de fruta.....	55

Tabla 18. Códigos distribuidos al azar para cada muestra	56
Tabla 19. Escala utilizada para la prueba de aceptación	57
Tabla 20. Escala de evaluación de la prueba de aceptación general	58
Tabla 21. Criterios normativos de análisis	69
Tabla 22. Criterios microbiológicos según la naturaleza de la muestra a analizar	70
Tabla 23. Características sensoriales establecidas para el lactosuero	71
Tabla 24. Características sensoriales establecidas para la guanábana	73
Tabla 25. Diseño experimental	76
Tabla 26. Resultado del análisis químico proximal del lactosuero	78
Tabla 27. Resultado del análisis microbiológico del lactosuero	78
Tabla 28. Resultado fisicoquímico del lactosuero dulce.....	79
Tabla 29. Resultado del análisis sensorial del lactosuero dulce.....	79
Tabla 30. Resultado fisicoquímico de la pulpa de guanábana	80
Tabla 31. Resultado del análisis sensorial de la pulpa de (<i>A. muricata</i>) guanábana.....	80
Tabla 32. Resultado fisicoquímico de la mermelada de (<i>A. muricata</i>) guanábana y harina de tocosh	81
Tabla 33. Resultado del análisis sensorial de la mermelada de (<i>A. muricata</i>) guanábana y harina de tocosh.....	81
Tabla 34. Resultado del análisis sensorial de las tres formulaciones de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero.	82
Tabla 35. Puntajes totales obtenidos mediante la prueba de aceptación del atributo de la textura	83

Tabla 36. Resultado de las características sensoriales de las tres formulaciones de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>A. muricata</i>) guanábana.	85
Tabla 37. Puntajes totales obtenidos mediante la Prueba de Aceptación	86
Tabla 38. Formulación de la muestra T2	93
Tabla 39. Formulación de la muestra T5	94
Tabla 40. Resultado del análisis químico proximal de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>A. muricata</i>) guanábana	95
Tabla 41. Resultado del análisis microbiológico de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>A. muricata</i>) guanábana.....	96
Tabla 42. Resultado fisicoquímico de la Bebida fermentada tipo yogur	96
Tabla 43. Factores de deterioro de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>A. muricata</i>) guanábana.....	97
Tabla 44. Resultados de las mediciones de pH	98
Tabla 45. Resultados de los coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción (n=0), con respecto al pH.....	101
Tabla 46. Resultados del tiempo de vida útil de la ecuación linealizada en el orden de la reacción (n=0), con respecto al pH.	101
Tabla 47. Resultados de las mediciones de acidez.....	106
Tabla 48. Resultados de los coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción (n=0), con respecto a la Acidez (expresado en ácido láctico).....	108
Tabla 49. Resultados del tiempo de vida útil de la ecuación linealizada en el orden de la reacción (n=0), con respecto a la acidez.....	108

Tabla 50. Resultados de los Informes de Ensayo del análisis inicial.....	113
Tabla 51. Resultados de los Informes de Ensayo del análisis final	114
Tabla 52. Resultados del recuento de las Bacterias aerobios mesófilos	115
Tabla 53. Escala de evaluación de la prueba de aceptación.....	117
Tabla 54. Resultados de los puntajes promedios de la calidad sensorial	118
Tabla 55. Resultados de los coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción (n=0), con respecto a la calidad sensorial	120
Tabla 56. Resultados del tiempo de vida útil de la ecuación linealizada en el orden de la reacción (n=0), con respecto a la calidad sensorial	120
Tabla 57. Resultados de la prueba de normalidad.....	156
Tabla 58. Resultado de la homogeneidad de varianzas.....	157
Tabla 59. Resultado de la prueba de Anova.....	158
Tabla 60. Resultado de la prueba de comparaciones múltiples.....	158
Tabla 61. Resultado de la prueba de HSD Tukey	159
Tabla 62. Resultados de la prueba de normalidad del atributo Sabor	160
Tabla 63. Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Sabor	161
Tabla 64. Resultado de la prueba de Anova del atributo Sabor	162
Tabla 65. Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Sabor	162
Tabla 66. Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Sabor.....	163
Tabla 67. Resultados de la prueba de normalidad del atributo Olor	164
Tabla 68. Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Olor	165
Tabla 69. Resultado de la prueba de Anova del atributo Olor	166
Tabla 70. Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Olor.....	166

Tabla 71. Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Olor	167
Tabla 72. Resultados de la prueba de normalidad del atributo Apariencia General	168
Tabla 73. Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Apariencia General	169
Tabla 74. Resultado de la prueba de Anova del atributo Apariencia General	170
Tabla 75.Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Apariencia General.....	170
Tabla 76. Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Apariencia General.....	171
Tabla 77. Resultados de la prueba de normalidad del atributo Textura.....	172
Tabla 78. Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Textura.....	173
Tabla 79. Resultado de la prueba de Anova del atributo Textura.....	174
Tabla 80. Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Textura.....	174
Tabla 81. Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Textura	175

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.Producción del lactato.....	26
Figura 2. <i>Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus</i>	28
Figura 3. <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	28
Figura 4.Suero lácteo.	30
Figura 5. Harina de tocosh de papa.	38
Figura 6.Perú: Producción anual de Papa, 1997-2016.	41
Figura 7.Perú: Producción de Papa por Regiones, 2016.	42
Figura 8.Planta de la (<i>Annona muricata</i>) guanábana.	43
Figura 9. Acondicionamiento del ambiente para la evaluación sensorial	59
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la mermelada de (<i>Annona muricata</i>) guanábana y harina de tocosh.	63
Figura 11. a) Pelado y despulpado de la guanábana; b) Pulpeado de la guanábana; c) Pesado de la guanábana; d) Mermelada de guanábana y harina de tocosh.	64
Figura 12.Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>Annona muricata</i>) guanábana.....	67
Figura 13. a) Inoculación de los cultivos lácticos; b) Estandarización del suero lácteo; c) Enfriado de la base de suero lácteo; d) Incubación de la base de suero lácteo.	68
Figura 14. (<i>Annona muricata</i>) Guanábana.....	73
Figura 15. Muestras T1, T2 y T3.	82
Figura 16.Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de la Textura.	84
Figura 17. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo del Sabor.	87

Figura 18.Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo del Olor.	89
Figura 19.Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de la Apariencia General.	90
Figura 20. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de Textura.	92
Figura 21. Cinética de pH a diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).	100
Figura 22. Resultados DBCA de los resultados de las mediciones de pH.....	103
Figura 23. Resultados del análisis de Tukey de las mediciones de pH.....	105
Figura 24. Resultados de la comparación de muestras por Tratamiento por la medida de Tukey de las mediciones de pH.....	105
Figura 25. Cinética de Acidez (expresado en ácido láctico) a diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).	107
Figura 26. Resultados DBCA de los resultados de las mediciones de acidez.....	110
Figura 27. Resultados del análisis de Tukey de las mediciones de acidez.....	111
Figura 28. Resultados de la comparación de muestras por Tratamiento por la medida de Tukey de las mediciones de acidez.	112
Figura 29. Crecimiento exponencial de los aerobios mesófilos a T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).	115
Figura 30.Cinética de variación de la calidad a diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).	119
Figura 31. Resultados DBCA de los resultados del puntaje promedio de la Calidad Sensorial.....	123
Figura 32. Resultados del análisis de Tukey de las mediciones de Calidad Sensorial.	124
Figura 33. Resultados de la comparación de muestras por Tratamiento por la medida de Tukey de las mediciones de Calidad Sensorial.	125

Figura 34. Prueba de normalidad de los errores de los resultados de las mediciones de pH.	183
Figura 35. Prueba de homogenidad de varianzas de los resultados de las mediciones de pH.....	184
Figura 36. Prueba de normalidad de los errores de los resultados de las mediciones de Acidez.....	185
Figura 37. Prueba de homogenidad de varianzas de los resultados de las mediciones de Acidez.....	186
Figura 38. Prueba de normalidad de los errores de los resultados de las mediciones de Calidad Sensorial.....	187
Figura 39. Prueba de homogeneidad de varianzas de los resultados de las mediciones de Calidad Sensorial.....	188

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Prueba de Aceptación del atributo “Textura”	145
Anexo 2. Pruebas de Aceptación General.....	146
Anexo 3. Resultados de la prueba de aceptación del atributo “Textura”	151
Anexo 4. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Sabor”	152
Anexo 5. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Olor”	153
Anexo 6. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Apariencia general”	154
Anexo 7. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Textura”	155
Anexo 8. Análisis estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Textura.....	156
Anexo 9. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación General del atributo Sabor	160
Anexo 10. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Olor	164
Anexo 11. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Apariencia General	168
Anexo 12. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Textura.....	172
Anexo 13. Pruebas de Aceptación General para la determinación de la vida útil	176
Anexo 14. Ficha técnica del cultivo lácteo	177
Anexo 15. Desuerado de la producción de queso fresco de la Empresa Lácteos Verano E.I.R.L	179
Anexo 16. Extracción del suero lácteo de la Empresa Lácteos Verano E.I.R.L.	179
Anexo 17. Evaluación sensorial de la Prueba de Aceptación del atributo de la Textura.....	180
Anexo 18. Evaluación sensorial de la Prueba de Aceptación General	180
Anexo 19. Análisis sensorial para determinación de la vida útil	181

Anexo 20. Caracterización sensorial de los productos almacenados	182
Anexo 21. Análisis estadístico del DBCA en el análisis de pH.....	183
Anexo 22. Análisis estadístico del DBCA en el análisis de acidez	185
Anexo 23. Análisis estadístico del DBCA en el análisis sensorial	187
Anexo 24. Análisis químico proximal y microbiológico del suero lácteo	189
Anexo 25. Análisis químico proximal de la “Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>Annona muricata</i>) guanábana”.....	190
Anexo 26. Análisis microbiológico de la “Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>Annona muricata</i>) guanábana”	191
Anexo 27. Análisis microbiológico del producto almacenado a la temperatura de 24°C (Día: 4)	192
Anexo 28. Análisis microbiológico del producto almacenado a la temperatura de 10°C (Día: 10)	193
Anexo 29. Análisis microbiológico del producto almacenado a la temperatura de 4°C	194

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el tiempo de vida útil de una bebida fermentada a base de suero lácteo con harina de tocosh y (*Anona muricata*) guanábana. Para la elaboración de dicha bebida se diseñó tres formulaciones con una variación del porcentaje de leche en polvo siendo T1 (4,66%), T2 (8,91%) y T3 (12,80%), se realizó una prueba de aceptación del atributo de textura, resultando la formula T2 como la más aceptada. En base a esto se diseñó otras tres formulaciones para la elaboración del producto final en las que se varió el porcentaje de pulpa de guanábana y harina de tocosh respectivamente. Las nuevas formulaciones fueron T4 (7,80% y 1,56%), T5 (8,15% y 0,81%) y T6 (8,34% y 0,42%). Se realizó una prueba de aceptación general, resultando la formula T5 como la más aceptada. A esta fórmula se realizaron los análisis fisicoquímicos obteniendo un pH: 4,30 y una acidez 1,35% expresado en ácido láctico y un análisis microbiológico encontrándose dentro los límites aceptables establecidos por la RM 591-2008/MINSA para Leches Fermentadas y Acidificadas. Finalmente, se le determinó el tiempo de vida útil durante un periodo estimado de 15 días a temperaturas de almacenamiento de 4°C, 10°C y 24°C respectivamente. Se realizaron los análisis fisicoquímicos (pH y acidez) de forma diaria y se finalizó al obtener pH: 3,8 y una acidez: 1,5%. Los análisis microbiólogos se realizaron al inicio y final de la evaluación de medición de pH y acidez. La prueba de aceptación general fue diaria y finalizó al obtener un puntaje mínimo de 5: “Ni me gusta, ni me disgusta”. Los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos y sensoriales se interpretaron con la ecuación de orden cero y fueron procesados por el software estadístico Minitab 17, comprobando el efecto de la temperatura en relación al tiempo. Resultando un tiempo de vida útil de 3 días a 24°C, 7 días a 10°C y 24 días a 4°C en la bebida fermentada a base de suero lácteo con harina de tocosh y (*Anona muricata*) guanábana.

Palabras clave: Tiempo de vida útil, bebida fermentada, suero lácteo, harina de tocosh y guanábana.

“DETERMINATION OF THE USEFUL LIFE OF A FERMENTED TYPE YOGURT BEVERAGE BASED ON LACTOSUERO WITH TOCOSH FLOUR AND (*Annona muricata*) SOURSOP”

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine that the useful life time the fermented drink based on milk whey with tocosh flour and (*Annona muricata*) soursop. For the elaboration of this drink three formulations were designed with a variation of the percentage of milk powder being T1 (4.66%), T2 (8.91%) and T3 (12.80%), an acceptance test was carried out of the texture attribute, resulting in the T2 formula as the most accepted. Based on this, three other formulations were designed for the elaboration of the final product in which the percentage of soursop pulp and tocosh flour respectively were varied. The new formulations were T4 (7.80% and 1.56%), T5 (8.15% and 0.81%) and T6 (8.34% and 0.42%). A general acceptance test was carried out, resulting in the T5 formula as the most accepted. Physico-chemical analyzes were performed on this formula, obtaining a pH: 4.30 and an acidity of 1.35% expressed in lactic acid and a microbiological analysis found within the acceptable limits established by the RM 591-2008 / MINSA for Fermented and Acidified Milks. Finally, the shelf life was determined during an estimated period of 15 days at storage temperatures of 4 ° C, 10 ° C and 24 ° C respectively. The physicochemical analyzes (pH and acidity) were performed on a daily basis and it was finalized to obtain pH: 3.8 and an acidity: 1.5%. The microbiological analyzes were performed at the beginning and end of the pH and acidity measurement evaluation. The general acceptance test was daily and ended with a minimum score of 5: "I do not like it, nor do I dislike it". The values obtained in the physicochemical and sensorial analyzes were interpreted with the zero order equation and were processed by the statistical software Minitab 17, verifying the effect of the temperature in relation to time. Resulting in a shelf life of 3 days at 24 ° C, 7 days at 10 ° C and 24 days at 4 ° C in the fermented drink based on milk whey with tocosh flour and (*Annona muricata*) soursop.

Keywords: Shelf life time, fermented drink, milk serum, tocosh flour y soursop.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

En la actualidad, los efluentes que más contaminación producen son los que provienen de la industria quesera que debido a la gran cantidad de suero lácteo vertido directamente al cauce de los ríos o fluente acuícola en general, provocan un impacto negativo al ambiente y un enorme incremento de la demanda biológica de oxígeno en los ríos (Villena, 1995).

El suero lácteo vertido a las corrientes de agua, debido a su gran valor nutritivo y energético, es consumido por bacterias y otros microorganismos, que utilizan el oxígeno del agua. La demanda biológica del lacto suero es de 40 000 a 50 000 mg O₂ x l⁻¹, el oxígeno de un río no contaminado es de 10 mg O₂ x l⁻¹, al descender a 4 mg O₂ x l⁻¹ provocarían la desaparición de los peces, incluyendo especies poco exigentes en oxígeno. Por el cual el vertido de un litro de suero lácteo causaría la muerte de todos los peces contenidos en 10 toneladas de agua. Cuando el agua se queda sin oxígeno, los microorganismos anaeróbicos y facultativos transforman la materia orgánica en compuestos que disminuyen el pH del agua y produciendo malos olores (Londoño, Sepúlveda, Hernández & Parra, 2008).

En el Perú las principales regiones con mayor producción total de quesos son Lima con el 48.2% seguido por Cajamarca con el 24.9% y Arequipa con el 23% (MINAGRI, 2013). En el año 2017 la actividad agroindustrial obtuvo un elevado incremento, destacando entre los productos lácteos la producción de queso frescos en 1,8 000 Tn (MINAGRI, 2018); equivaliendo a 162 000 000 litros de lactosuero desuerados la cual grandes proporciones son desechados como efluentes generando un serio problema ambiental. Cuando se desecha el suero lácteo al suelo genera daños

físicos y químicos a su estructura, y una disminución al rendimiento de los cultivos agrícolas; y cuando se desecha al mar, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto (Parra, 2009).

El desaprovechamiento de este subproducto lácteo, genera también un gran desperdicio de los nutrimentos que contiene, la cual se ha comprobado que 1.000 litros de lactosuero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esto equivale a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas (Inda, 2000).

El poder contaminante del suero lácteo y su atractivo valor nutricional han impulsado investigaciones que permitan su empleo en el desarrollo de nuevos productos alimenticios y determinar su vida útil para conocer su estabilidad en el mercado (Monsalve & González, 2005).

Por otro lado, el tocosh es un producto ancestral utilizado por nuestros antiguos pobladores por sus innumerables beneficios que tiene para la salud como sus propiedades antiácidas y antiinflamatorias sobre la mucosa gástrica (Sandoval, Huamán, Oré Loli & Ayala, 2010), y su actividad antibacteriana en la cual le permite actuar como un bioconservante alimentario (Cristóbal & Dioses, 2016). Sin embargo, el olor desagradable que lo caracteriza limita su consumo en su forma tradicional, desaprovechando sus beneficios como su actividad antibacteriana que le permite actuar como un conservante natural, prologando la vida útil de cualquier producto sin hacer uso de conservantes artificiales.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1 Problema general

¿Cuál será el tiempo de vida útil de una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, sometidas a condiciones de almacenamiento controlados de tiempo y temperatura?

1.1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la formulación en la elaboración de una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana de mayor aceptación sensorial?
- ¿Cuál será la composición químico proximal de una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana?
- ¿Cuál será el análisis fisicoquímico de una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana?
- ¿Cuál será el análisis microbiológico de una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, como producto inocuo para el consumidor?

1.2 Antecedentes

Se han realizado varias investigaciones con relación a una bebida fermentada a base de lactosuero, residuo proveniente de la producción de queso fresco, con la finalidad de crear una alternativa alimenticia para este residuo y disminuir los daños ambientales producidos por la cantidad excesiva de efluentes que son vertidos al desagüe.

Este sub producto se destaca por su contenido de proteínas de alto valor biológico (como la leucina, el triptofano, la lisina y los aminoácidos azufrados), comparados con una calidad similar a las del huevo y no siendo deficientes en ningún aminoácido. Por su cantidad rica de minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fósforo, sodio y magnesio. Su contenido de vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico. Así mismo, por su lactosa, glúcido reductor, que por hidrólisis produce glucosa y galactosa, siendo esta última componente importante de los tejidos nerviosos (Londoño, Sepúlveda, Hernández & Parra, 2008).

Investigaciones realizadas demuestran la factibilidad de diseñar una bebida fermentada a base de suero lácteo con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, por sus características sensoriales agradables al consumidor, su gran valor nutritivo y su prolongación de vida útil por la capacidad oxidativa de la (*Annona muricata*) guanábana, y la función de biconservante que se le atribuye a la harina de tocosh por su actividad antibacteriana (Cristóbal & Dioses, 2016).

Marulanda (2012), realizó una elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurth a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus casei ssp. casei*; formuladas a tres concentraciones de sólidos solubles diferentes 13, 17 y 21%; mediante un análisis sensorial se demostró que la concentración 2 (17% sólidos solubles) es la más aceptada en textura y su parecido al yogurt comercial. Presentando una vida en anaquel de 15 días a una

temperatura de almacenamiento de 4°C, y demostrando que el lactosuero es un medio de cultivo apropiado para el desarrollo de estas cepas.

Miranda *et al.* (2014), desarrollaron una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*; en su formulación utilizaron variantes de Sorbato de potasio (Variante 1: Sorbato de potasio: 0.0% vs. Variante 2: Sorbato de potasio: 0.03%), la cual demostró que el uso del preservante prolonga la vida de útil del producto de 7 días (0.0%) a 28 días (0.03%) a una temperatura de almacenamiento (4 – 6°C). A través de los resultados se garantizó el desarrollo de la actividad fermentativa de las bacterias ácido – lácticas en el suero lácteo como materia prima en lugar de la leche.

Rodríguez & Hernández (2017), elaboraron una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de Aloe vera y pulpa de fruta; a través de cultivos probióticos: *Bifidobacterium sp.*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* y *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*. La adición de la pulpa de guanábana y jugo de aloe vera fueron en proporciones de: pulpa de guanábana 10, 15 y 20 % y el jugo de aloe vera 5, 10 y 15 %, a través de una prueba hedónica con una escala estructurada de 5 puntos se obtuvo la mejor formulación de 15 % de pulpa de guanábana y de 10 % jugo de aloe vera, con una vida útil de 21 días a una temperatura de almacenamiento de 4°C, demostrando la viabilidad de elaborar una bebida fermentada a base de suero lácteo y endulzada con pulpa la fruta la cual confiere una mejor característica sensorial y una vida de almacenamiento más larga, unido al alto valor nutricional y terapéutico que estas presentan.

Sánchez, Sepúlveda & Rojano (2013), desarrollaron una bebida a base de suero lácteo mediante el *Lactobacillus casei* con extractos de Curuba (*Passiflora mollissima Bailey*), estos extractos se mezclaron en concentraciones de 0,4%, 0,6% y 0,8% p/p con relación a una muestra sin ninguna adición (0%). A través de una evaluación sensorial se demostró que a mayor concentración de

extracto de curuba (0,8% p/p) el incremento de su capacidad antioxidante es alta, inhibiendo el proceso oxidativo (lipídica y proteica) de la bebida láctea con relación a una muestra sin ninguna adición durante un periodo de 20 días a una temperatura de 4°C.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la formulación con mayor aceptación sensorial para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.
- Determinar la composición químico proximal de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.
- Determinar el análisis fisicoquímico de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.
- Determinar el análisis microbiológico de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

1.4 Justificación

La determinación de la vida útil en la industria de los alimentos es de gran utilidad, especialmente si se desea implementar nuevas líneas de productos al mercado. Según Ochoa (2008), la vida útil nos permite encontrar alternativas que mejoren su procesamiento y almacenamiento así como incrementar la vida útil de nuevos y tradicionales productos.

La idea de determinar la vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, constituirá un producto novedoso desarrollando una nueva línea láctea, sostenible y nutritiva; por la reutilización del suero lácteo la cual contribuiría a que la industria quesera disminuya sus costos de eliminación de los efluentes, aumentando sus beneficios económicos, logrando generar un impacto ambiental positivo y un mejor desarrollo sostenible para el país. También por la utilización y el aprovechamiento nutricional del tocosh y la guanábana que aportan a la salud del consumidor.

El suero lácteo tiene un alto valor nutritivo y presentan diversos beneficios para la salud como: la estimulación de la respuesta inmune, previene contra la aparición de diarreas, protección contra la infección del vibrión del cólera y la ocurrencia del cáncer del colon (Miranda *et al.*, 2009).

En los países desarrollados como Europa y Estados Unidos ya comenzaron a desarrollar una gran variedad de productos a base de suero lácteo, como bebidas, medicamentos, proteínas en polvo y quesos, entre otros; donde aprovechan las bondades nutricionales de este efluente y solucionan en gran parte los problemas ambientales que lo acontecen (Cuellas & Wagner, 2010).

Por otro lado, se busca revalorar el consumo de tocosh por las propiedades que aportan a la salud. En el Perú los departamentos que producen son Ancash, Huánuco y Junín, donde es empleado en la elaboración de una mazamorra de “tocosh” o “tocosh api”. De acuerdo a las

costumbres populares, este producto es usado por tener penicilina natural y dentro de sus beneficios que se le atribuyen se puede citar el uso en: el posparto, resfrió, neumonía, en la curación de heridas, antibacteriano, cicatrizante de hemorroides y de úlcera gástrica protegiendo la mucosa intestinal, para evitar las infecciones gastrointestinales y el mal de altura o “soroche” (Sandoval, Lobato, Aguirre & Vernon, 2004).

Hoy en día, el tocosh está siendo redescubierto por el mundo y considerado como un alimento nutracéutico. Por ello, una de las formas de aprovechar los beneficios del tocosh es mediante la transformación de la materia prima a un producto aceptado por el consumidor como es una bebida láctea.

También, la fruta de la guanábana es muy promocionado por su sabor agradable y sus propiedades anticonvulsivas, antimicrobianas y anticancerígenas conferido por sus compuestos bioactivos conocidos como acetogeninas de anonáceas (Alva, 2016).

La guanábana también posee otros componentes como vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales importantes para la salud. Aunque debido a sus características físicas dificulta su consumo en forma directa. Sin embargo, se comporta muy bien procesado bajo diversas modalidades como pulpa o jarabe.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Ha: La vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (*Anona muricata*), **sí** es comparable a los 15 días reportados por Marulanda *et al.* (2016).

Ho: La determinación de la vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (*Anona muricata*), **no** es comparable a los 15 días reportados por Marulanda *et al.* (2016).

1.5.2 Hipótesis específica

Ha 1: La bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (*Anona muricata*), **cumplirá** con las características sensoriales similares a las de un yogur a base de leche.

Ho 1: La bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (*Anona muricata*), **no cumplirá** con las características sensoriales similares a las de un yogur a base de leche.

Ha 2: La bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (*Anona muricata*), **cumplirá** con las criterios microbiológicos establecidas por MINSA (2008).

Ho 2: La bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (*Anona muricata*), **no cumplirá** con las criterios microbiológicos establecidas por MINSA (2008).

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas de la investigación

2.1.1 Generalidades de la vida útil

Torres (2003), define a la vida útil como el periodo de tiempo durante el cual el producto alimenticio permanecerá seguro y retendrá las deseadas características sensoriales, químicas, físicas, microbiológicas y nutritivas.

Hough & Fiszman (2005), definen que la vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables.

Labuza & Taoukis (1990) indican que la vida en anaquel depende de 4 factores principales: formulación, procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. La formulación involucra la selección de las materias primas más apropiada e ingredientes funcionales que permiten incrementar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto. El procesamiento somete las materias primas e ingredientes formulados a condiciones que son desfavorables o inhibitorias para las reacciones de deterioro y promueven cambios físicos y químicos, dándole así al alimento su forma y características finales (excepto para productos que requieran añejamiento). Una vez que el alimento abandona la etapa de procesamiento sigue manteniendo sus características y el periodo en que el alimento retiene dichos atributos se encuentra en función del microambiente del empaque. Los parámetros más importantes a considerar son la composición del gas (Oxígeno, dióxido de carbono, gases inertes, etileno, etc.), la humedad relativa (%H.R.), presión o estrés mecánico, luz y temperatura. Estos parámetros dependen tanto del empaque, como de las condiciones de almacenamiento.

Las pruebas de almacenamiento son parte del programa de desarrollo de cada producto, así este incluye un producto innovador, el mejoramiento de un producto existente o simplemente el cambio del tipo de especificación en los ingredientes (IFT, 1974).

2.1.1.1 Medición de la vida útil

Kilcast & Subramanian (2000) consideran que la determinación de la vida en anaquel se puede realizar mediante:

a. Paneles sensoriales

La medición de los cambios de la calidad sensorial de un alimento requiere del uso de técnicas sensoriales. Estas son usualmente mediciones cualitativas y cuantitativas de un panel entrenado, aunque también puede provenir de consumidores finales.

b. Métodos instrumentales

Se han diseñado muchas pruebas que permiten el uso de técnicas instrumentales para la medición de factores de calidad sensorial, pero éstos solo son válidos si pueden correlacionarse con las mediciones sensoriales respectivas. Los métodos instrumentales pueden ser, un complemento importante para los métodos sensoriales.

c. Mediciones físicas

La medición física más común es el cambio de textura del producto. Estos cambios pueden ser resultados de reacciones químicas que ocurren dentro del producto, como aquellos causado por la interacción entre los ingredientes o por influencia medio ambiental, como la migración de la humedad a través del empaque.

d. Mediciones químicas

Los análisis químicos juegan un rol vital en la determinación de la vida en anaquel, dado que pueden ser usados para medir las reacciones químicas que ocurren en un alimento durante su almacenamiento, o para confirmar los resultados obtenidos por un panel sensorial.

Para cualquier producto, las reacciones químicas ocurren simultáneamente durante el almacenamiento. Sin embargo, sólo es necesario medir aquellas reacciones clave en la calidad del producto. Las pruebas químicas que determinan cambios en una característica particular de calidad pueden ser aplicables a diferentes tipos de productos.

Un ejemplo de estos, es la medida del valor de peróxido como indicador del nivel de rancidez de los productos.

e. Mediciones microbiológicas

Existen dos aspectos importantes a ser considerados en la determinación de la estabilidad microbiológica de un producto:

- Crecimiento microbiano
- Crecimiento de microorganismos patógenos que afectan la inocuidad del alimento.

2.1.1.2 Factores que afectan la vida útil

El tiempo de útil de un producto está básicamente determinado por los componentes del sistema, el proceso de elaboración, métodos de empaque, el tiempo y la humedad relativa durante el transporte y almacenamiento. En forma general estos factores pueden ser categorizados en factores intrínsecos y factores extrínsecos (Kilcast & Subramanian, 2000).

2.1.1.2.1 Factores Intrínsecos

Según Chau (2003), están constituidos por las propiedades del producto final, como son:

- Actividad de agua (agua disponible)
- pH y acidez: tipo de ácido
- Potencial de rédox
- Oxígeno disponible
- Nutrientes
- Microflora natural y recuento de microorganismos superviviente
- Bioquímica de la formación del producto (enzimas, reactivos químicos, etc.).
- Uso de preservantes en la formulación del producto (por ejemplo: sal).

2.1.1.2.2 Factores Extrínsecos

Se encuentran influenciados por variables como tipo y calidad de materia prima, formulación del producto y estructura. Por otra parte, los factores extrínsecos son aquellos que el producto tiene que enfrentar durante la cadena de distribución del mismo. Según Chau (2003), estos incluyen los siguientes:

- Perfil tiempo-temperatura durante el procesamiento, presión del espacio de cabeza.
- Control de temperatura durante el almacenamiento y distribución
- Humedad relativa durante el procesamiento, almacenamiento y distribución
- Exposición a la luz (UV e IR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.

- Contaminación microbiana durante el procesamiento, almacenamiento y distribución
- Composición de la atmosfera dentro del empaque
- Tratamiento térmico subsiguiente (es decir recalentamiento o cocción del producto antes de que sea consumido).
- Manipulación del consumidor.

Estos factores operan comúnmente en forma conjunta e impredecible, por lo que debe investigarse la posibilidad de interacción entre ellos. La interacción de factores intrínsecos y extrínsecos puede inhibir o estimular procesos que limitan el tiempo de vida útil.

Un tipo de interacción muy útil ocurre cuando los factores como la reducción de la temperatura, el tratamiento térmico, la acción antioxidante y el empaque en atmosfera controlada, operan con finalidad de inhibir el crecimiento microbiano, en el llamado “efecto de barrera” (Kilcast & Subramanian, 2000).

2.1.1.3 Técnicas para la Determinación de la Vida Útil

Según New Zealand Safety Authority (2015), los principales métodos de estudio de vida útil de un producto se pueden dividir en directo e indirecto:

2.1.1.3.1 Método Directo:

Los métodos directos son los más comunes e implican el almacenamiento de alimentos en condiciones previamente seleccionadas, para un intervalo de tiempo mayor que la vida útil esperada, durante el cual el alimento es verificado en intervalos regulares para determinar cuando inicia su alteración.

A continuación, se detalla las etapas para la determinación de la vida útil por el método directo:

a. Identificación de causas de deterioro del alimento:

Se deben considerar factores tan variados como uso de materias primas y su interacción, actividad de agua, pH, los gases, el uso de aditivos, en el caso de degradación relacionada se debe considerar el proceso, el tipo de elaboración, envasado y su almacenamiento.

b. Selección de ensayos a realizar:

Se debe elegir pruebas a utilizar y estos deben ser apropiados para la muestra de estudio. Los criterios que se aplican son diversos, sin embargo, siempre se recomienda la detección de bacterias patógenas asociada con el alimento.

c. Planeamiento de estudio de vida útil

Se debe tener en cuenta el tiempo de estudio y la frecuencia de aplicación de las diferentes pruebas, el número de muestras que deben analizarse en cada prueba, el número total de muestras, principio y fin del estudio.

d. Realización de estudio de vida útil

Durante este estudio las muestras deben ser almacenadas en idénticas condiciones que el producto regular.

e. Determinación de vida útil

La determinación debe ser razonable, se debe tener un margen de seguridad.

f. Monitoreo de vida útil

Se debe hacer seguimiento al producto y estar alerta ante un posible ajuste en el tiempo. Los estudios deben realizarse siempre que ocurran modificaciones en el proceso del producto.

2.1.1.3.2 Método Indirecto

En los métodos indirectos se utilizan estudios y/o modelos acelerados en donde se toma en cuenta lo siguiente:

a. Datos bibliográficos

Es posible estimar la vida útil de un alimento a base de los datos publicados por organismos acreditados e internacionalmente reconocidas, pero por lo general, estos datos se reducen y se limita exclusivamente a algunos alimentos.

b. Tiempos de comercialización

Se toma como referencia la vida útil de los alimentos similares para establecer la vida en anaquel de los alimentos en estudio. Es arriesgado, no requiere tiempo de análisis, pero es importante tener una idea aproximada del tiempo de almacenamiento en el hogar del consumidor. En el caso de que no haya un producto similar en el mercado, este método no se puede utilizar.

c. Prueba de distribución

Este método es adecuado, si el producto ya es comercializado o si existe confianza y conocimiento suficiente. El alimento es tomado del lugar de venta (normalmente supermercado) y es llevado a un laboratorio en condiciones normales de almacenamiento. Es un método que se basa en el tiempo de distribución y condiciones normales de almacenamiento.

d. Métodos predictivos

Se usan ecuaciones matemáticas que integran la información a base de datos científicos para predecir el crecimiento microbiano en condiciones definidas. En estos estudios, es esencial

recopilar información sobre el deterioro, las propiedades del producto y envasado. Muchos de estos modelos son predictivos específicos para un microorganismo dado.

e. Test de aceleración

Es uno de los métodos más utilizados, sin embargo, el diseño experimental y/o resultados pueden ser incorrectamente interpretados. El objetivo de este método es estimar la vida útil de un alimento en particular (teniendo en cuenta las diferentes condiciones de almacenamiento siendo por lo general extremas) sometiéndolo a evaluaciones periódicas hasta que llega al final de su vida útil haciendo uso de estos datos para establecer la vida útil en condiciones normal de almacenamiento.

2.1.1.4 Modelación por cinética de deterioro para la evaluación del tiempo de vida útil

El objetivo de un estudio experimental de cinética es desarrollar un modelo matemático que describa la velocidad de las reacciones en función a variables experimentales (Hill & Grieger-Block, 1980).

Los modelos de cinéticas son necesario para: (1) mejorar un producto alimenticio, minimizando la pérdida del factor de calidad de un proceso existente, (2) desarrollar un nuevo producto y (3) predecir la vida útil (Lenz & Lund, 1980) y (Saguy & Karen, 1980).

Labuza & Riboht (1982) y Heldman & Lund (2007) mencionan que la ecuación básica para describir la cinética de deterioro de un alimento es:

$$\pm \frac{dA}{dt} = KA^n \text{ ----- (1)}$$

Donde:

n= Orden aparente de reacción

K= Constante de velocidad de reacción

A= Factor de calidad, medida mediante parámetros químicos, físicos, microbiológicos, sensoriales (Labuza, 1999).

t= tiempo

$\pm \frac{dA}{dt}$ = Velocidad de cambio de A con respecto al tiempo. El signo negativo es utilizado si el deterioro es una pérdida o destrucción de A (por ejemplo, un nutriente o un aroma característico) y el signo positivo señala la producción de un producto final indeseable (por ejemplo, formación de peróxidos, coloración).

El valor de n es un parámetro empírico que puede ser una fracción o un número entero. Sin embargo, cuando la ecuación estequiométrica representa el mecanismo, el orden de reacción y la molecularidad tienen el mismo valor (Saguy & Karen, 1980) y (Labuza, 1999).

La determinación del orden de la reacción de la cinética, es de particular importancia para la comprensión de los mecanismos implicados en la reacción y para reportar la información correcta de la cinética (Heldman & Lund, 2007).

El requerimiento más importante para obtener un modelo confiable, es la definición del índice de calidad apropiado a evaluar. Las pruebas químicas, microbiológicas y físicas son ampliamente empleadas en el estudio de la calidad de los alimentos. Pueden ser correlacionados con resultados

sensoriales para establecer la calidad organoléptica mínima aceptable. Sin embargo, es necesario tener presente que las correlaciones no siempre son lineales (Labuza, 1999).

2.1.1.4.1 Orden de reacción:

Bell & Labuza (2000) y Valentas *et al.* (1997), mencionan que es sumamente complejo reconocer un sistema alimentario con respecto a las pérdidas de calidad, lo cual es representado por la pérdida de un factor deseable, o formación de un factor indeseable (ejemplo: valor de peróxido). Las velocidades de pérdidas de A, r_A y de formación de B, r_B son dada por las ecuaciones siguientes:

$$r_A = -\frac{d[A]}{dt} = k'[A]^n$$

$$r_B = \frac{d[B]}{dt} = k'[B]^n$$

El factor de [A] y [B] pueden medirse como un parámetro químico, físico, microbiológico o sensorial. K y K' son las constantes de velocidad de reacción y n y n' las ordenes de reacción.

a. Orden Cero

Heldman & Lund (2007), manifiestan que si la velocidad de pérdida de un atributo de calidad es constante a los largo del periodo de almacenamiento y no depende de la concentración de A, representa una reacción del orden cero y se sustituye $n=0$, por consiguiente en la ecuación (2) se tiene:

$$-\frac{dA}{dt} = k \text{ ----- (2)}$$

La ecuación (2) al integrarse resulta:

$$A=A_0 - kt \text{ ----- (3)}$$

Donde A_0 representa el valor inicial del atributo de calidad y A es la cantidad de ese atributo después del tiempo t .

Si el final de la vida anaquel está determinado cuando el atributo de calidad alcanza el nivel A_e , entonces:

$$A_e = A_0 - kt_s \text{ ----- (4)}$$

Donde t_s es el tiempo de vida útil, y puede calcularse como:

$$t_s = \frac{A_0 - A_e}{k} \text{ ----- (5)}$$

Labuza & Riboh (1982) manifiestan que el orden de reacción cero ($n=0$) es aplicable para las siguientes formas de deterioro:

- Degradación enzimática (frutas frescas y vegetales, algunos alimentos congelados, algunas patatas refrigeradas).
- Pardeamiento no enzimático (cereales secos, productos lácteos, deshidratados, alimentos secos para mascotas).
- Oxidación de lípidos (desarrollo de rancidez en bocaditos, alimentos secos, alimentos para mascotas, alimentos congelados).

b. Primer Orden

Heldman & Lund (2007), manifiestan que la pérdida de calidad en muchos casos no sigue la velocidad constante, y el valor de n puede variar desde cero hasta cualquier valor fraccional o entero. Sustituyendo $n=1$ en la ecuación (1) se tiene la cinética de primer orden:

$$-\frac{dA}{dt} = kA \text{ ----- (6)}$$

Integrando resulta: $Ln \left[\frac{A}{A_0} \right] = -kt$ ----- (7)

Donde A es la cantidad del atributo de calidad en el tiempo t.

El tiempo de vida en anaquel t_s , determinado cuando el atributo de calidad llega al nivel A_e , la ecuación (8) puede escribirse como:

$$t_s = \frac{Ln \left[\frac{A_0}{A_e} \right]}{k} \text{ ----- (8)}$$

A veces, es deseable conocer el tiempo de vida media, para obtener el tiempo de vida media, la ecuación (8) puede ser modificada sustituyendo $A_e = 0,5 A$.

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0,693}{k} \text{ ----- (9)}$$

Labuza & Riboh (1982) manifiestan que los tipos de deterioro que siguen la cinética de primer orden son: Rancidez (aceite de ensalada o vegetales secos). Crecimiento microbiano y mortalidad (tratamiento térmico). Producción microbiana de sabores indeseables y limo, tales como carnes, pescados y aves. Pérdida de vitamina (alimentos envasados y deshidratados). Pérdida de calidad proteica (alimentos deshidratados).

En la Tabla 1, se observan las fórmulas de calidad en función del tiempo y tiempo de vida media para las diferentes órdenes de reacción (n).

Tabla 1

Fórmulas de calidad en función del tiempo y tiempo de vida media para las diferentes órdenes de reacción (n)

Orden de reacción (n)	Función de calidad	Tiempo de vida media ($t_{1/2}$)
0	$A_0 - A = kt$	$t_{1/2} = \frac{A_0}{2k}$
1	$\text{Ln}\left(\frac{A_0}{A}\right) = kt$	$t_{1/2} = \frac{\text{Ln}2}{k}$
2	$\frac{1}{A} - \frac{1}{A_0} = kt$	$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot A_0}$
$n \neq 1$	$\frac{1}{A^{n-1}} - \frac{1}{A_0^{n-1}} = (n-1)kt$	$t_{1/2} = \frac{2^{n-1} - 1}{k(n-1)} \cdot A_0^{n-1}$

Fuente: Bell & Labuza (2000) y Valentas *et al.* (1997).

2.1.1.5 Etapas de ensayo de vida útil, principios de las PAVU

Fennema (2000), recomienda que al diseñar pruebas de vida útil basadas en pérdida de la calidad de los alimentos deben seguir los pasos siguientes:

- Determinar la sanidad microbiológica y los parámetros de calidad de la formulación y procesos propuestos.
- Analizar los ingredientes, el proceso y las principales reacciones químicas que probablemente determinan la pérdida de calidad. Un requisito obligatorio es la búsqueda de la bibliografía. Si en esta fase se encuentra problemas potenciales importante, la fórmula debe cambiarse si es posible.
- Seleccionar el envase a usar en la prueba de vida útil. Los productos congelados y los enlatados pueden envasarse en el envase definitivo. Los productos desecados deben exponerse abiertos en cámaras a un porcentaje de humedad relativa (%HR) predeterminado o en tarros herméticos impermeables al contenido de la humedad y a_w deseados.
- Seleccionar las temperaturas de almacenamiento (al menos dos).

En la Tabla 2, se observan las temperaturas de almacenamiento en según el producto congelado y refrigerado.

Tabla 2

Temperatura de almacenamiento según el producto.

Producto	Temperatura de ensayo (°C)	Control (°C)
Congelado	-5,-10,-15	<-40
Refrigeración	4,6,8,10	4

Fuente: Fennema (2000).

- Usando la representación gráfica de la vida útil y conociendo la vida útil deseada a la temperatura de media de distribución, se podrá determinar cuánto tiempo deberá mantenerse cada una de las temperaturas ensayo.
- Representar gráficamente los datos a medida que se obtienen para determinar el orden de reacción y para decidir si la frecuencia de ensayo debe aumentarse o reducirse.
- A partir de cada situación de almacenamiento ensayada, determinar la constante de velocidad de reacción (k) o la vida útil, hacer la representación gráfica y determinar la vida útil potencial en la situación de almacenamiento deseada (final o definitiva).

2.1.2 Generalidades de la Fermentación

Fue descubierta por Louis Pasteur, que la describió como la *vie sans l'air* (la vida sin el aire). La fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras. También algunos metazoos y protistas son capaces de realizarla (Vásquez & Dacosta, 2007).

2.1.2.1 Fermentación láctica

Este tipo de fermentación se denomina láctica porque se produce ácido láctico en el proceso fermentativo. Existen varios tipos de microorganismos fermentativos que al desarrollarse producen cierto tipo de gomas y mucinas que brindan a los productos lácteos una viscosidad excesiva (Pinto, 2013).

2.1.2.2 Formación del ácido láctico

El piruvato ocupa un lugar importante en el metabolismo de los glúcidos. En condiciones aeróbicas, el piruvato se oxida en acetato, el cual entra en el ciclo del ácido cítrico y es oxidado a CO_2 y H_2O y el NADH formado por la deshidrogenación del gliceraldehído-3-fosfato, se reoxida a NAD^+ mediante el paso final de sus electrones al O_2 en el proceso de respiración mitocondrial (Nelson & Cox, 2004).

Sin embargo en condiciones de anaeróbicas el NADH generado en la glucolisis no puede ser reoxidado por el oxígeno. La incapacidad para regenerar NAD^+ dejaría a la célula sin aceptor de electrones para la oxidación de gliceraldehído-3-fosfato, con lo que se detendrían las reacciones de la glucolisis que producen energía. Por tanto, se ha de generar el NAD^+ por otra reacción. La mayoría de microorganismos modernos, como las bacterias ácido lácticas, regeneran continuamente el NAD^+ durante la glucolisis anaeróbica por medio de la transferencia de los electrones desde el NADH para formar un producto final reducido como el lactato o etanol. Esta

vía se conoce como fermentación láctica (en el caso de que el producto final sea el lactato) y fermentación alcohólica (en el caso del producto final sea el etanol) (Nelson & Cox, 2004).

En la Figura 1, se observa la reacción catalizada por el lactato deshidrogenasa que forma el isómero L del lactato a pH 7:

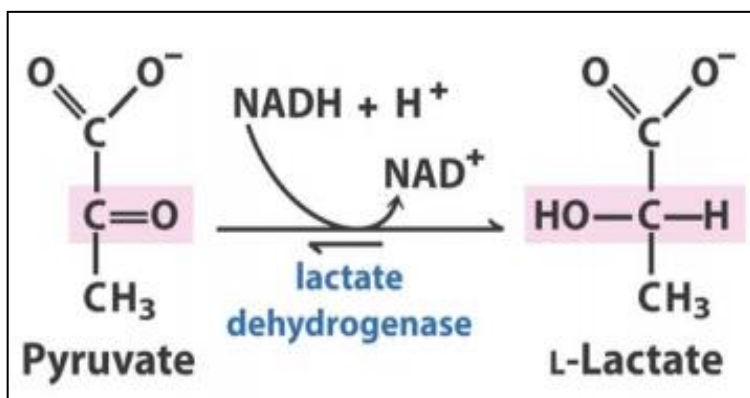


Figura 1. Producción del lactato.

Fuente: Universidad de Alcalá (2013).

Las fermentaciones son llevadas a cabo por una variedad muy elevada de organismos y forman un gran variedad de productos, algunos de los cuales pueden ser utilizados comercialmente (Nelson & Cox, 2004).

Existen además, diversos tipos de fermentaciones: homoláctica, heteroláctica, del ácido propionico, ácido-mixta y butanodiolica.

2.1.2.3 Ácido láctico

El ácido láctico es un ácido orgánico natural de importancia industrial que se utilizan en diferentes aplicaciones como:

- En la Industria farmacéutica como electrolito y fuente de minerales
- En la Industria cosmética como pH buffer, antimicrobiano y rejuvenecedor de la piel.
- En la Industria química como neutralizante, solvente y agente limpiador.

- En la Industria alimentaria como acidulante, preservante y antimicrobiano. Y se utiliza en una gran variedad de alimentos procesados como caramelos, productos de panadería, sopas, cateos, cerveza, jaleas, mermeladas, mayonesa y huevos procesados (García, Arrázola & Durango, 2010).

El ácido láctico es responsable de la formación del coagulo, firmeza y sabor ácido característico del yogurt. Esta acidez también inhibe el crecimiento de otras bacterias, por ejemplo las patogénicas *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*, y algunos microorganismos que deterioran el producto (García, Quintero & López-Munguía, 2004).

2.1.2.4 Bacterias lácticas

Las bacterias lácticas denominadas termófilas presentan una temperatura óptima de crecimiento de 40 – 45°C y se emplea cuando los procesos fermentativos se llevan a cabo a temperatura entre 30 – 50°C. Las bacterias lácticas termófilas más importantes son: *Streptococcus salivarius* subespecie *thermophilus* (llamado simplemente *S. thermophilus*) y las especies de lactobacilos como *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus* (al que nos referimos como *L. bulgaricus*).

a. *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus*

Según Ordoñez (1998), en los años ochenta se conocía como *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, se trata de formas cocáceas de menos de 1 µm de diámetro que forman cadenas, son Gram positivos, homofermentadores, microaerófilos, producen L (+) lactato, acetaldehído y diacetilo a partir de la lactosa de la leche y algunas cepas producen exopolisacáridos. No crecen a 15°C pero la mayor parte de las cepas pueden hacerlo a 50°C. Su temperatura óptima de crecimiento es de 37°C, requieren vitaminas del grupo B y algunos aminoácidos estimulantes de su crecimiento.

En la Figura 2, se observa la morfología del *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*.

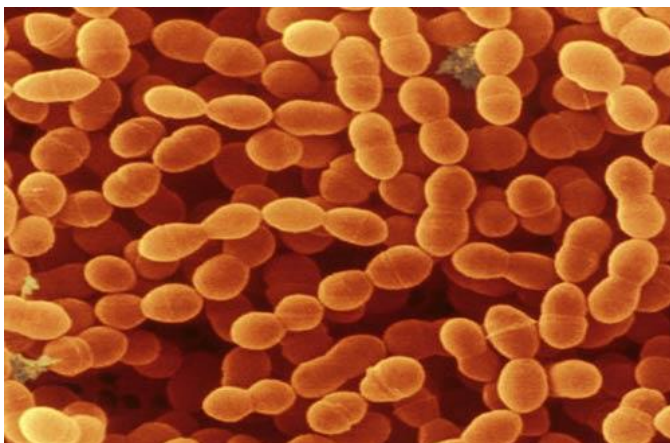


Figura 2. *Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus*.

Fuente: Caplin, M. (2016).

b. *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*

Esta bacteria es de forma bacilar de $0,5 - 0,8 \times 2 - 9 \mu\text{m}$; aparecen en forma de cadenas cortas o de forma individualizadora, produce D (-) lactato y acetaldehído a partir de la lactosa en la leche, a diferencia de las otras subespecies, *delbrueckii* y *lactis*, que solo producen lactato; algunas cepas producen exopolisacaridos. Crecen muy despacio por debajo de 10°C y la mayoría pueden crecer a $50 - 55^{\circ}\text{C}$ (García, 2010).

En la Figura 3, se observa la morfología del *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

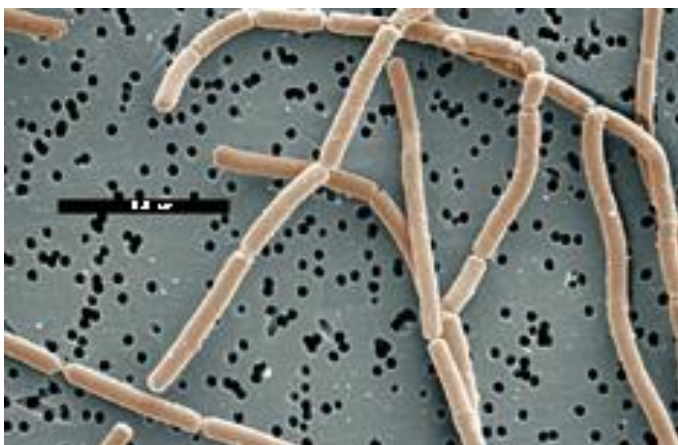


Figura 3. *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

Fuente: Broadbent, J. (2005).

En la Tabla 3, se describen las características diferenciales de los cultivos lácticos del *S.therophilus* y *L.bulgaricus*.

Tabla 3

Características diferenciales del S.therophilus y L.bulgaricus

Microorganismo	Forma	Crecimiento (°C)			Isómero de láctico	Producción de ácido a partid de la glucosa	Metabolismo del citrato	Metabolismo de la galactosa	Producción de amoniaco a partir de la arginina	Necesidad de utilización de carbohidrat os				Inhibición sal %	Productos metabólicos importantes
		10	40	45						Fructuosa	Lactosa	Almidón	Sacarosa		
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Coco	--	+	+	L(+)	+	--	--	--	+	+	+	+	<2,0	Lactato, acetaldehído
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Bastoncito	--	+	+	D(-)	+	--	--*	--	v	+		--	<2,0	Lactato acetaldehído

+: Reacción positiva en un 90% o más de las cepas.

--: Reacción negativa para un 90% o más de las cepas.

v: variable reacción lenta o débil.

*: También es conocida “v” debido a la reacción lenta que presenta.

Fuente: Adaptado de Tamime & Robinson (2000) y Early (2000)

2.1.3 Generalidades del Suero lácteo

El lactosuero es definido como la sustancia líquida obtenida por la separación del coágulo de leche en la elaboración de queso (Foegeding & Luck, 2002).

Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína (Jelen, 2003).

Amiot (1991) afirma que contiene entre el 6 y 6,4% de extracto seco, es decir la mitad de la materia seca de la leche, pequeña cantidad de grasa y la mayor parte de los minerales de la misma.

En la Figura 4, se observa el desuerado del queso fresco para la obtención del suero lácteo.



Figura 4. Suero lácteo.

Fuente: INTA (2010).

2.1.3.1 Clasificación

Dependiendo del proceso utilizado para la separación de la caseína, por cuajo o por acción de los ácidos, se pueden clasificar según su obtención tres tipos de lactosuero:

- Lactosuero dulce
- Lactosuero ácido
- Lactosuero técnico

a. Lactosuero dulce

Es aquel obtenido por la coagulación de la leche, proviene generalmente de la fabricación de pastas prensadas y pastas cocidas, así como la elaboración de queso fresco por la caseína al cuajo.

b. Lactosuero ácido

Es aquel obtenido por acidificación, es producido en la elaboración de la pasta fresca y pasta blanda así como la elaboración de queso mozzarella de caseína láctica.

c. Lactosuero técnico

Según Spreer (1975) y Amiot (1991), definen a esta clase de suero como el resultante de la precipitación proteica por acción de otros ácidos (Sulfúrico, Clorhídrico y Acético).

2.1.3.2 Composición química

El suero representa el 80 – 90% del volumen total de la leche que entra en el proceso y contiene alrededor del 50% de los nutrientes de la leche original: proteínas solubles, lactosa, vitaminas y sales minerales. El suero como subproducto de la elaboración de quesos blandos, semiduros y duros, es conocido como suero dulce y tiene un pH de 5,9 – 6,6. Mientras que, la fabricación de

caseína precipitada por ácidos minerales da lugar a un suero ácido con un pH de 4,3 – 4,6 (Ludeña, 2001).

En la Tabla 4, se observa la composición química proximal de los dos tipos de lactosuero (suero de queso o suero dulce y suero de caseína o suero ácido).

Tabla 4

Composición química del lactosuero

Constituyentes	Suero de queso	Suero de caseína
	%	%
Solidos totales	6,4	6,5
Agua	93,6	93,5
Grasa	0,05	0,04
Proteína	0,55	0,55
NNP (nitrógeno no proteico)	0,18	0,18
Lactosa	4,8	4,9
Ceniza (sales minerales)	0,5	0,8
Calcio	0,043	0,12
Fosforo	0,043	0,12
Sodio	0,050	0,050
Potasio	0,16	0,16
Cloruro	0,11	0,11
Ácido láctico	0,05	0,4

Fuente: Tetra Pack (1995)

En la Tabla 5, se observa la composición fisicoquímica de los dos tipos de lactosuero (suero dulce y suero ácido).

Tabla 5

Composición fisicoquímica del lactosuero

Constituyentes	Suero dulce	Suero ácido
Agua	93 – 94%	94 – 95%
Extracto seco	6 -7 %	5 -6%
Lactosa	4,5 - 5%	3,8 – 4,2%
Ácido láctico	TRAZAS	Hasta 0,8%
Proteínas	0,7 – 1%	0,7 – 1%
Ácido cítrico	0,15%	0,1%
Cenizas	0,5 – 0,7%	0,7 – 0,8%
pH	5,8 – 6,6	Alrededor de 5

Fuente: Spreer (1991)

En cualquiera de los dos tipos de lactosuero obtenidos, se estima que por cada kg de queso se producen 9 kg de lactosuero, esto representa cerca del 85-90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes (Liu, Chung & Yousef, 2005).

El suero retiene la mayoría de las sustancias solubles, como la lactosa, proteínas solubles, vitaminas solubles del grupo B y C, y parte de las sustancias minerales. Con relación a las vitaminas se encuentran en el suero tiamina, riboflavina, ácido fólico, vitamina B12, vitamina C (Porter, 1981).

En la Tabla 6, se observa la cantidad de vitaminas presentes en el lactosuero.

Tabla 6

Contenidos en vitaminas del lactosuero

Vitaminas	Concentración (mg/ml)	Necesidades diarias (mg)
Tiamina	0,38	1,5
Riboflavina	1,2	1,5
Acido nicotínico	0,85	10 – 20
Ácido pantoténico	3,4	10
Piridoxina	0,42	1,5
Cobalamina	0,03	2
Ácido ascórbico	2,2	10 – 75

Fuente: Linden & Lorient (1996)

Además, son de alto valor biológico (por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados), tienen una calidad igual a las del huevo y no son deficientes en ningún aminoácido, esto puede ser observado en la Tabla 7, donde se relaciona el contenido de aminoácidos que contiene el lactosuero respecto al huevo, encontrándose que la leucina y lisina son los aminoácidos que se encuentran en mayor cantidad, además, parecen ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos, potenciando la respuesta inmune, tanto humoral como celular (Baro, Jiménez, Martínez & Bouza, 2001).

En la Tabla 7, se observa la composición en aminoácidos esenciales del lactosuero en comparación con los aportes del huevo y el equilibrio recomendado por la FAO.

Tabla 7

Composición en aminoácidos esenciales (g/ 100g de proteína)

Aminoácido	Lactosuero	Huevo	Equilibrio recomendado por la FAO
Treonina	6,2	4,9	3,5
Cisteína	1,0	2,8	2,6
Metionina	2,0	3,4	2,6
Valina	6,0	6,4	4,8
Leucina	9,5	8,5	7,0
Isoleucina	5,9	5,2	4,2
Fenilalanina	3,6	5,2	7,3
Lisina	9,0	6,2	5,1
Histidina	1,8	2,6	1,7
Triptófano	1,5	1,6	1,1

Fuente: Linden & Lorient (1996)

2.1.3.3 Aprovechamiento industrial

En la actualidad el suero lácteo, sigue siendo considerado en la mayoría de veces como un producto residual. Esto se observa en los balances de las empresas que no figuran los beneficios financieros obtenidos de este producto, sino también las advertencias frecuentes de los servicios de depuración de agua, los cuales encuentran dificultades considerables para tratar las agua residuales que contienen un cantidad elevada de suero (Spreer, 1975).

Sus usos son muy diversos, siendo los más difundido la elaboración de requesón y la alimentación de cerdos (Veisseyre, 1972). A continuación mostramos algunas de las posibilidades de utilización del suero de queso (Humbert, Driou, Guerin & Alais, 1980).

- Líquido: bebidas dulces y alcohólicas, bebidas saborizadas, chocolatadas y de frutas; leches saborizadas, quesos y alimento para el ganado.
- Concentrado: preparación de piensos, jarabe de lactosas.
- En polvo: en repostería, panificación, confitería, quesos, sopas, farmacéuticas, alimentos para bebés, helados, piensos, concentrados.
- Obtención por separado de sus componentes; lactosa, proteínas, albumina, sales y vitaminas.
- Fermentado para la obtención de: ácido láctico. Butanol acetona, etanol. Metano, ácido propionico y como sustrato para la obtención de levaduras, proteínas microbianas y enzima como la β galactosidas.

2.1.4 Generalidades del Tocosh

La palabra tocosh deriva del vocablo tocosh, palabra quechua que significa arrugado y fermentado (García, Esmérita, Isidro & Edinson, 2005).

Es el resultado de la fermentación bacteriana de productos andinos como la papa, el maíz, olluco o la aracacha, almacenada en pozos contruidos en la tierra, envueltos en paja o 'ichu' y presionados mecánicamente con piedras bajo una corriente de agua proveniente de un manantial (Naupari, Arias & Amarillo, 1993).

Este tratamiento confiere a los productos propiedades nutritivas y terapéuticas aprovechadas solo por quienes las conocen y las consumen y que podría ser una alternativa natural para paliar, prevenir o curar algunas enfermedades (Manrique & Rosales, 1993).

Desde épocas incaicas, los pobladores de las regiones de Ancash, Huánuco y Junín utilizan tocosh como medicamento, siendo la mazamorra de tocosh o tocosh api la forma de consumo más conocida. Se caracteriza por su olor desagradable, que es lo primero en percibirse, peculiaridad que no limita su consumo o comercialización, afirmándose por conocimiento empírico que contiene penicilina natural y que entre sus innumerables beneficios es capaz de proteger la mucosa gástrica de daño o inflamación, debiéndose verificar de manera científica esta propiedad atribuida (Naupari *et al.*, 1993).

2.1.4.1 Tocosh de papa

El tocosh a base de papa, consiste en utilizar como materia prima la papa. La cual es introducida en pozas de dos o más metros de profundidad hechos al lado de un río o de alguna corriente de agua. Luego se procede a cubrir la papa con paja seca y piedras; posteriormente, el agua que corre a lado de la poza se filtrará y cubrirá todo su contenido. Para que el proceso convierta la papa en

tocosh, esta deberá permanecer en la poza por un periodo aproximado de 5 a 6 meses. Durante los primeros meses es probable que se vea espuma en la poza como resultado del proceso de fermentación por el que está pasando la papa.

Al cabo de un tiempo de iniciado el proceso, el tocosh estará listo para ser retirado de la poza y consumido.

El consumo tradicional es en forma de mazamorra, que se puede preparar a partir de tocosh fresco, recién sacado de la poza, o de harina de tocosh. También es frecuente consumirlo sancochado o incluso crudo (Lechuga & Salas, 2013).

En la Figura 5, se observa el envasado de harina de tocosh de papa utilizado en la investigación.



Figura 5. Harina de tocosh de papa.

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.1.4.2 Clasificación taxonómica de la papa

La papa (*Solanum sp.*) es una planta de la familia de las solanáceas, cultivada en casi todo el mundo por su tubérculo comestible. Es originaria del altiplano andino en un área que coincide aproximadamente con el sur del Perú, donde ha sido cultivada y consumida al menos desde el VIII milenio a. C. Introducida en Europa por los conquistadores españoles, tardó en incorporarse a la dieta por contener sustancias tóxicas en sus partes verdes, pero se ha convertido en uno de los principales cultivos del planeta (Contreras, 1999).

En la Tabla 8, se observa la taxonomía de la (*Solanum tuberosum L.*) papa.

Tabla 8

Taxonomía de la (Solanum tuberosum L.) papa

Clasificación científica	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	<i>S. tuberosum</i>
Subespecies	<i>S. tuberosum ssp. Andigena</i> <i>S. tuberosum ssp. Tuberosum</i>

Fuente: Contreras (1999)

2.1.4.3 Composición química del tocosh de papa

En la Tabla 9, se observa la composición química del tocosh de papa.

Tabla 9

Composición química del tocosh

Composición en 100 g de alimentos	
Energía (kcal)	192
Agua (g)	52,7
Proteínas (g)	2,60
Grasa total (g)	2,2
Carbohidratos totales (g)	41,3
Carbohidratos disponibles (g)	41,3
Fibra cruda (g)	1,4
Cenizas (g)	1,2
Calcio (mg)	11
Fósforo (mg)	44
Tiamina (mg)	0,02
Riboflavina (mg)	0,20
Niacina (mg)	1,25
Vitamina C (mg)	0,80

Fuente: Moreiras, Carbajal, Cabrera & Cuadrado (2009).

2.1.4.4 Propiedades terapéuticas

En la medicina tradicional se le atribuye al tocosh de la papa algunas propiedades terapéuticas como antiácidas y antiinflamatorias sobre la mucosa gástrica, cuando se ingiere a modo de

mazamorra, se sabe que contiene compuestos fenólicos, alcaloides, triterpenoides y esteroides, azúcares reductores y aminoácidos libres como metabolitos secundarios (Sandoval, Huamán, Oré Loli & Ayala, 2010).

2.1.4.5 Producción Nacional

No se evidencia datos estadísticos sobre la producción nacional de tocosh de papa, sin embargo se estima que el 92 % de la producción de papa se usa para consumo fresco y un 8 % se orienta al procesamiento de papa picada para pollería, puré, chips, cosméticos, almidón, harina, papa seca y entre ellos el tocosh (MINAGRI, 2013).

En la Figura 6, se puede observar que la producción de papa ha ido creciendo rápidamente durante estos los últimos años, a una tasa de 3,4% anual, llegando a obtener en el año 2015, una producción histórica récord de 4 715,9 mil t, como resultado de la expansión de la superficie cosechada, que creció a una tasa anual promedio de 1,2% y, principalmente, de una mejora de los rendimientos por hectárea, que creció a una tasa anual promedio de 2,2% (MINAGRI, 2017).

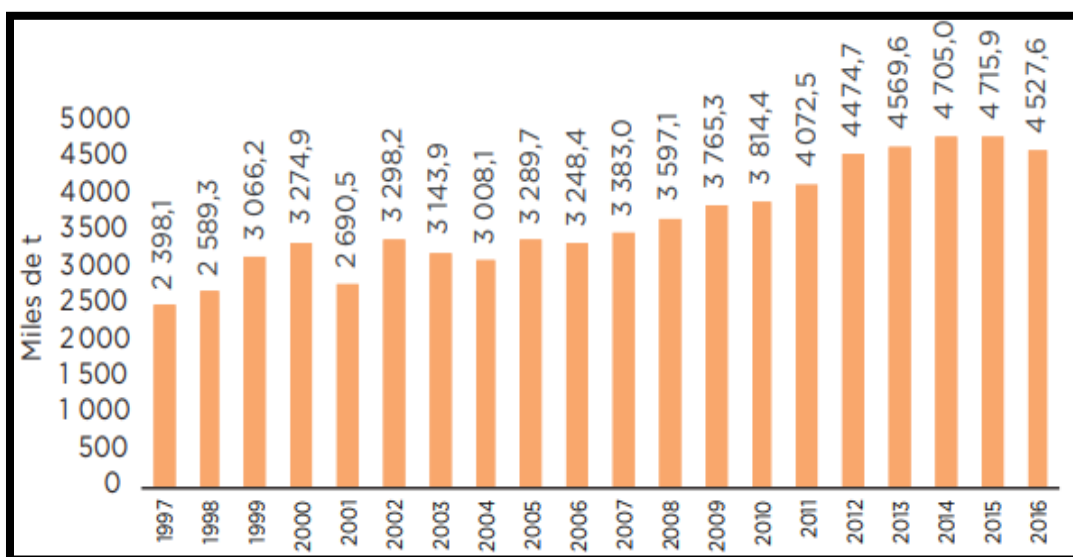


Figura 6. Perú: Producción anual de Papa, 1997-2016.

Fuente: MINAGRI (2017).

En la Figura 7, se puede apreciar que la papa se cultiva en 19 de las 25 regiones del país, siendo la región Puno, la de mayor producción y la región Lambayeque, la de menor producción). Por zonas de producción, el 47,1% de la producción nacional corresponde al conjunto de regiones de la Zona Sierra Sur del país (Puno, Apurímac, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna), el 28,5% al conjunto de regiones de la Zona Sierra Centro (Huánuco, Junín, Huancavelica y Pasco), el 20,3% al grupo de regiones la Zona Sierra Norte (La Libertad, Cajamarca, Ancash, Amazonas, Piura y Lambayeque); y, el 4,1% restante, a la producción de las regiones de la Zona Centro Costa (Lima e Ica) (MINAGRI, 2017).

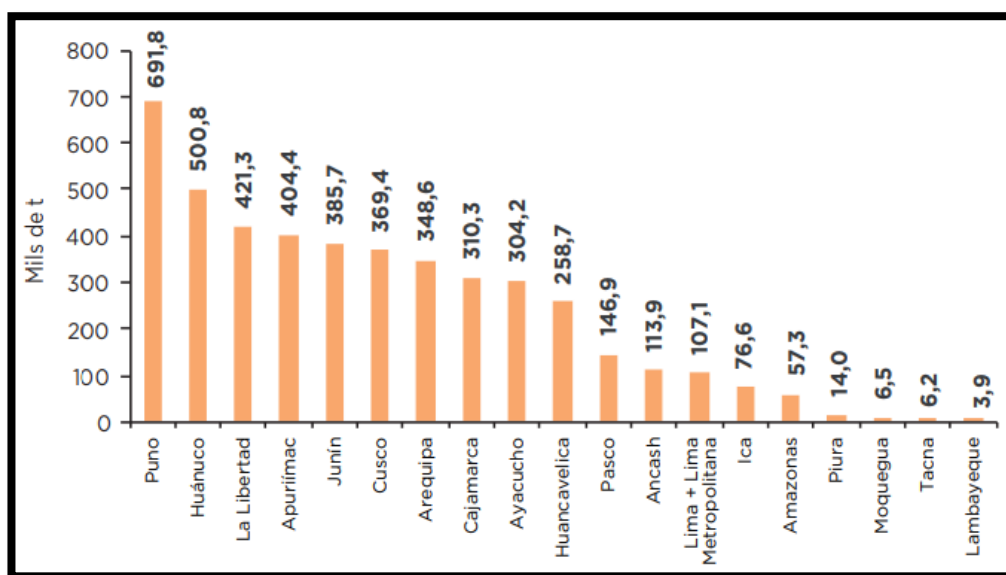


Figura 7. Perú: Producción de Papa por Regiones, 2016.

Fuente: MINAGRI (2017).

2.1.5 Generalidades de la (*Annona muricata*) guanábana

La (*Annona muricata*) guanábana, o también llamado chirimoyo, es un frutal perteneciente a la familia de las anonáceas. Es originario de Sudamérica, de la zona andina limítrofe entre Ecuador y Perú, donde crece en altitudes comprendidas entre 1400 y 2000 m. Se desarrolla bien desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altura, a una temperatura promedio de 22 – 29°C y una precipitación de 2500 mm al año (Laprade, 1989).

Fue cultivada en el Perú prehispánico. Su fruto se encuentra representado con frecuencia en la cerámica precolombina de la costa peruana, conforme lo testimonia la existencia de varias piezas de cerámica de la Cultura Chimú en la que está representada con exactitud (López, Morales, Pacheco & Navarro, 2016).

Puede alcanzar 5-6 metros o aún más de altura, dependiendo si está a libre crecimiento o si es sometido a condiciones de manejo agronómico (Arango, 1975).

En el Perú, las zonas de producción son Costa, Selva Alta y Baja, en los departamentos de Lima, Loreto, Ucayali, Junín y Ayacucho mayormente (Amador & Guzmán, 1982).

En la Figura 8, se observa la planta de la (*Annona muricata*) guanábana.



Figura 8. Planta de la (*Annona muricata*) guanábana.

Fuente: ITFN (2014).

2.1.5.1 Clasificación taxonómica

La guanábana es una especie de la familia anonácea incluye muchas especies diversas del grupo guanabani, y la sección ebanona. Se le conoce con el nombre científico de *Annona muricata*, las especies de la familia *Annonaceae* se caracterizan especialmente por el arreglo de los estambres y carpelos de la flor espiral y por tener semilla con endospermo acuminado (Alva *et al.*, 2010).

En la Tabla 10, se observa la clasificación taxonómica de la fruta.

Tabla 10

Taxonomía de la (Annona muricata) guanábana

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Subfamilia	Annonoideae
Tribu	Annoneae
Género	Annona
Especie	<i>A. muricata L.</i>

Fuente: Soplin (2015)

2.1.5.2 Composición química

La (*Annona muricata*) guanábana, en 100g de pulpa presenta una de minerales destaca el fósforo (43 mg) y calcio (38 mg); entre las vitaminas destaca la vitamina C (19 mg) y ácido

En la Tabla 11, se observa la composición química de la (*Annona muricata*) guanábana.

Tabla 11

Composición química de la (Annona muricata) guanábana

Composición en 100 g de alimentos	
Energía (kcal)	56
Agua (g)	84,0
Proteínas (g)	0,9
Grasa total (g)	0,2
Carbohidratos totales (g)	14,3
Carbohidratos disponibles (g)	11,0
Fibra cruda (g)	1,1
Cenizas (g)	0,6
Calcio (mg)	38
Fósforo (mg)	43
Hierro (mg)	0,70
Tiamina (mg)	0,05
Riboflavina (mg)	0,06
Niacina (mg)	1,69
Vitamina C (mg)	19,00

Fuente: Moreiras, O. *et al*, 2009.

2.1.5.3 Propiedades Terapéuticas

Por tradición indígena, todas las partes del árbol de guanábano se utilizan en la medicina natural en las zonas tropicales, incluyendo la corteza, las raíces, fruta y las semillas de la fruta.

Según Alva (2016), la guanábana presenta un principio activo que son los alcaloides (*Annonaceus acetogenis*), *Muricoreacin*, *Munhexoin C*, *Mono-tetrahydrofuran*, *acetogenins*, *Annomuricin E.*, *Miricapetocin*. Una reciente publicación del Instituto de Ciencias de la Salud en los EE.UU revela, que en efecto, la guanábana tiene efectos anticancerígenos. Según ese estudio, destruye las células de por los menos 12 tipos de tumores malignos, que aparecen en el colon, pecho, próstata, pulmón y páncreas. Los compuestos mostraron que actúa mejor que la quimioterapia y también retarda el crecimiento de las células malignas. El fruto se ha utilizado como antiparasitario, antipirético (disminuye las fiebres) y astringente en casos de la diarrea. Los tallos, hojas y raíces son considerados sedantes, hipotensivos (disminuyen la presión arterial), antiespasmódicos y antidiabético. Los estudios científicos han demostrado que la guanábana contiene cierto tipo de compuestos bioactivos conocidos como acetogeninas de anonáceas, las cuales solo se han encontrado en esta planta, presentando propiedades anticonvulsivas, antimicrobianas y anticancerígenas. Las acetogeninas de las anonáceas son sustancias cerosas que resultan de la combinación de ácidos grasos de cadena larga (C_{32} o C_{34}) con una unidad de 2-propanol en el carbono 2 para formar una lactona terminal (dicha lactona queda al inicio de la cadena). Las acetogeninas derivadas de la larga cadena de ácidos grasos tienen acción directa sobre la mitocondrias, el ATP, el aparato reticular de Golgi y las membranas y plasma celular de las células cancerosas destruyéndolas selectivamente sin dañar las células y tejidos sanos, además contienen bulltacin, betasitosterol, sitosterol, campesterol, ácido mirístico, ácido esteárico, stigmasteroll, aminoácidos, vitaminas y minerales que actúan a nivel enzimático y molecular.

2.1.5.4 Producción nacional

La producción nacional de la Guanábana ha ido creciendo durante los últimos años como se evidencia en el reporte estadístico de MINAGRI (2017), esto se debe a las óptimas condiciones climáticas que presenta nuestro país.

Entre los principales productores de Guanábana se encuentran las regiones de Junín, Ucayali y La Libertad.

En la Tabla 12, se observa la producción agrícola de la guanábana desde el año 2011 al año 2017.

Tabla 12

Producción Agrícola, 20011 - 2017

Año	Producción (miles de toneladas)
2011	4,4
2012	5,1
2013	5,5
2014	5,6
2015	5,5
2016	6,0
2017	7,0

Fuente: MINAGRI (2017)

En la Tabla 13, se observa la producción agrícola a nivel regional en el año 2017.

Tabla 13

Producción de guanábana en el Perú en 2017

Región	Producción	Superficie	Rendimiento	Precio en chacra
	(t)	(ha)	(kg/ha)	(S/. / kg)
Nacional	6,970	836	8,337	1.59
Amazonas	0	0	-	-
Áncash	0	0	-	-
Apurímac	0	0	-	-
Arequipa	0	0	-	-
Ayacucho	0	0	-	-
Cajamarca	0	0	-	-
Callao	0	0	-	-
Cusco	0	0	-	-
Huancavelica	0	0	-	-
Huánuco	88	16	5,500	0.77
Ica	111	17	6,529	3.08
Junín	2,893	326	8,873	2.29
La Libertad	535	34	15,742	1.68
Lambayeque	4	1	4,000	2.00
Lima	368	36	10,222	1.88
Lima Metropolitana	3	1	6,000	1.35
Loreto	461	87	5,299	0.42
Madre de Dios	0	0	-	-
Moquegua	0	0	-	-
Pasco	0	0	-	-
Piura	71	24	2,963	6.59
Puno	0	0	-	-
San Martín	0	0	-	-
Tacna	0	0	-	-
Tumbes	0	0	-	-
Ucayali	2,436	294	8,272	0.73

Fuente: MINAGRI (2017)

CAPITULO 3. MÈTODO

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental y analítica, con la que se diseñó una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana a fin de determinar el tiempo de vida útil a través de temperaturas de almacenamiento controladas (T°: 4, 10 y 24 °C) por un periodo de 15 días.

3.1.1 Diseño de la investigación

Con el objeto de determinar el tiempo de vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, se empleó un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), para comprobar el efecto de las temperaturas de almacenamiento (T°: 4, 10 y 24 °C) en relación al tiempo de evaluación obtenido en cada análisis fisicoquímico (pH y acidez), y sensorial. Presentando un modelo unifactorial de efectos fijos equilibrado procesado con el software estadístico Minitab 17.

- Factor: Tiempo de vida útil
- Niveles o tratamientos: T= 4, 10 y 24°C
- Tiempo: máximo de 15 días.
- Variable respuesta: análisis físico químico y análisis sensorial

En la Tabla 14, se detalla el Diseño experimental (DBCA) empleado en el trabajo de investigación.

Tabla 14

Diseño experimental (DBCA) del trabajo de investigación

Bloques (días)	Tratamientos		
	4°C	10°C	24°C
1	Y _{1,4°C}	Y _{1,10°C}	Y _{1,24°C}
2	Y _{2,4°C}	Y _{2,10°C}	Y _{2,24°C}
3	Y _{3,4°C}	Y _{3,10°C}	Y _{3,24°C}
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
15	Y _{15,4°C}	Y _{15,10°C}	Y _{15,24°C}

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.2 Ámbito temporal y espacial

3.2.1 Ámbito temporal

La determinación de la vida útil se realizó a través de temperaturas de almacenamiento controladas por un tiempo de 15 días, a través del análisis de las variables de control respuestas según el diseño establecido en la Tabla 14.

3.2.2 Ámbito espacial

El trabajo experimental, los análisis fisicoquímicos y sensoriales; se realizaron en las instalaciones de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el Laboratorio de Tecnología de los Alimentos y la determinación de la vida útil en el Laboratorio de la Empresa Insumos y Soluciones SAC.

3.3 Variables

3.3.1 Variable Dependiente

- Características sensoriales, criterios microbiológicos y criterios fisicoquímicos de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*A. muricata*) guanábana.

3.3.2 Variable Independiente

- Tiempo de almacenamiento (Θ : 15 días).
- Temperaturas de almacenamiento (T1: 4 °C, T2: 10 °C y T3: 24°C).

3.4 Población y muestras

3.4.1 Población

Se recolectó 20 litros de lactosuero dulce, adquirido por la empresa Lácteos Verano E.I.R.L. Dicha muestra se extrajo al azar de un lote de lactosuero dulce residuo de la elaboración del queso fresco.

3.4.2 Muestras

- Lactosuero, extraído de la elaboración de queso fresco.
- Guanábana de la variedad *A. muricata*, traído del Departamento de Junín.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Materiales

- Abrazadera
- Botellas de polietileno (200 ml, 500 ml y 1l)
- Bombillas de jebes
- Bureta de precisión graduada 50 ml
- Cucharones de acero inoxidable

- Cuchillos de acero inoxidable
- Matraces de Erlenmeyer 100 ml, 250 ml
- Ollas de acero inoxidable
- Pipetas volumétricas de 1 ml, 5 ml, 25 ml
- Pizeta
- Probetas de 500 ml y 1000 ml
- Soporte universal
- Tablas de picar
- Tapas rocas plásticas
- Varilla de vidrio
- Vasos precipitados 100 ml, 250 ml, 500 ml

3.5.2 Insumos

- Ácido Cítrico marca: ELY&MAR
- Azúcar blanca marca: Bell's
- Harina de tocosh marca: La Casa de Marimiel
- Leche en polvo marca: Gloria
- Pectina marca: Fratello

3.5.3 Reactivos

- Agua destilada
- Cultivo lácteo (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*)
- Hipoclorito de sodio 0,05 cc
- Solución buffer pH=7, pH=4
- Solución de fenolftaleína 0,5 %

- Solución de hidróxido de sodio NaOH 0,1 N

3.5.4 Equipos

- Balanza analítica marca: DIGITAL KITCHEN SCALE, modelo:SF-400C
- Baño maría 6 l. marca: HH-S WATER BATHS, modelo: HH-2
- Estufa marca: Indurama, modelo: Montecarlo de 32”
- Incubadora eléctrico marca: Autonics , modelo: TZ4M-14R
- Licuadora marca: Oster , modelo: 250-22220
- Potenciómetro (pH-metro) marca: Adwa, modelo: AD132
- Refractómetro marca: J&G Scientific, modelo: PCE-4582
- Refrigeradora marca: Samsung , modelo: RT50
- Termómetro marca: Digital Termometer, modelo: TP3001
- Yogurtera marca: ROMMELSBACHER, modelo: KA2000

3.6 Procedimientos

3.6.1 Diseños experimentales de formulación

Para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, se realizó 2 diseños experimentales.

En el primer diseño se evaluó el atributo “textura”, para lo cual se planteó tres formulaciones (T1, T2 y T3), las cuales fueron evaluadas sensorialmente por un panel semi entrenado y los resultados se sometieron a un análisis estadístico.

En la Tabla 15, se describen la primera triada de formulaciones (T1, T2 y T3) utilizada para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero (% en peso).

Tabla 15

Diseño de formulación para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero (% en peso)

Ingredientes	T1	T2	T3
	(%)	(%)	(%)
Lactosuero	93,28	89,13	85,32
Cultivo lácteo	0,19	0,18	0,17
Leche en polvo	4,66	8,91	12,80
Azúcar blanca	1,87	1,78	1,71
TOTAL (%)	100	100	100

Fuente: Elaboración propia (2018).

El segundo diseño experimental se determinó la mejor formulación de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero endulzada con una mermelada de (*Annona muricata*) guanábana con harina de tocosh, para lo cual se planteó tres formulaciones (T4, T5 y T6). En la que se consideró las siguientes proporciones: 82% de la bebida fermentada a base de lactosuero y 18% de mermelada de guanaba y harina de tocosh para un total de 100% del producto final. La evaluación sensorial estuvo a cargo de un panel semi entrenado y los resultados se sometieron a un análisis estadístico.

En la Tabla 16, se describen la segunda triada de formulaciones (T4, T5 y T6) utilizada para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero endulzada con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana (% en peso).

Tabla 16

Diseño de formulación para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero endulzada con harina de tocosh y (Annona muricata) guanábana (% en peso)

Ingredientes	T4	T5	T6
	(%)	(%)	(%)
Bebida fermentada	82	82	82
Pulpa de guanábana	7,80	8,15	8,34
Azúcar blanca	7,80	8,15	8,34
Harina de tocosh	1,56	0,81	0,42
Agua	0,77	0,82	0,83
Pectina	0,04	0,04	0,04
*Ácido cítrico	0,03	0,03	0,03
TOTAL (%)	100	100	100

* Para una pulpa de guanábana con un pH inicial de 3,6 a 4,0.

Fuente: Elaboración propia (2018).

El ajuste del pH final a 3,5 en la mermelada se realizó con ácido cítrico, según el reporte de Barragán (2011), que establece una escalada de ácido cítrico en relación al pH inicial de la pulpa de fruta.

En la Tabla 17, se observa la escala de ácido cítrico calculada según el pH de la pulpa de fruta utilizada en la investigación.

Tabla 17

Escala de ácido cítrico según el pH de la pulpa de fruta

pH de la Pulpa	Cantidad de ácido cítrico a añadir
3,5 a 3,6	1 a 2 gr. / kg. de pulpa
3,6 a 4,0	3 a 4 gr. / kg de pulpa
4,0 a 4,5	5 gr. / kg de pulpa
Más de 4.5	Más de 5 gr. / kg de pulpa

Fuente: Barragán (2011).

3.6.2 Evaluación sensorial

Para el desarrollo de esta investigación se realizó dos evaluaciones sensoriales: en la primera evaluación se determinó la fórmula que presenta la mejor textura de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero y en la segunda evaluación se determinó la fórmula más aceptada de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*A. muricata*) guanábana. En ambas pruebas se trabajó con 30 panelistas semi entrenados y tres muestras codificadas aleatoriamente con 3 dígitos asignados, mediante la función en Excel (“=ENTERO (ALEATORIO ()*1000)”). En la Tabla 18, se describen los códigos aleatorios utilizados para cada muestra de la evaluación sensorial.

Tabla 18

Códigos distribuidos al azar para cada muestra

1° EVALUACIÓN			2° EVALUACIÓN		
T1	T2	T3	T4	T5	T6
297	194	74	478	23	446
293	23	348	701	529	812
537	397	758	241	372	450
940	545	692	88	925	584
585	349	295	363	765	507
224	327	287	507	686	949
427	971	118	153	803	945
13	233	49	825	531	523
477	421	939	970	131	951
374	673	214	249	125	173
941	91	502	948	362	627
319	787	461	535	996	993
723	351	926	939	962	326
330	975	4	751	991	779
439	75	783	195	167	752
648	281	753	846	123	697
298	775	157	487	262	545
995	180	106	674	696	383
422	848	840	232	417	703
707	780	657	933	905	533
35	911	112	842	609	277
603	542	619	115	368	441
211	111	750	221	777	519
943	669	303	158	956	86
620	543	856	333	190	766
903	665	498	912	184	966
980	528	338	247	358	179
64	616	298	505	278	116
196	950	398	164	791	436
927	87	834	982	888	354

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.6.2.1 Prueba de Aceptación del atributo “Textura”

Cada panelista evaluó el atributo de la textura de las tres muestras codificadas al azar, correspondientes a las formulaciones T1, T2 y T3. Los panelistas dieron sus respuestas de acuerdo al cuestionario que se les fue presentado para la realización de la prueba de aceptación, donde se indicó que colocaran una calificación según la escala graduada de 9 puntos. Véase Anexo 1.

En la Tabla 19, se detalla la escala graduada de 9 puntos utilizada en la prueba de aceptación del atributo “textura”.

Tabla 19

Escala utilizada para la prueba de aceptación

Escala	Equivalencia
Me gusta extremadamente	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la prueba de tukey a través de un análisis estadístico ANOVA ($p < 0.05$); con la finalidad de encontrar la formulación con mejor textura.

Una vez encontrada la formulación, se procedió a elaborar la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, según las tres formulaciones planteadas T4, T5 y T6.

3.6.2.2 Prueba de Aceptación General

Cada panelista evaluó tres muestras codificadas al azar, correspondientes a las formulaciones T4, T5 y T6; de acuerdo a los atributos: sabor, olor, apariencia general y textura. Los panelistas dieron sus respuestas en base al cuestionario que se entregó para la realización de la prueba de aceptación general, indicando que colocaran una calificación según la escala graduada de 5 puntos. Véase Anexo 2.

En la Tabla 20, se detalla la escala graduada de 5 puntos utilizada en la prueba de aceptación general de los atributos “sabor, olor, apariencia general y textura”.

Tabla 20

Escala de evaluación de la prueba de aceptación general

Escala	Equivalencia
Me agrada mucho	5
Me agrada moderadamente	4
No me agrada, ni me desagrada	3
Me desagrada moderadamente	2
Me desagrada mucho	1

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la prueba de tukey a través de un análisis estadístico ANOVA ($p < 0.05$); con la finalidad de encontrar la formulación con mayor aceptabilidad.

En la Figura 9, se observa el acondicionamiento del ambiente para la evaluación sensorial.



Figura 9. Acondicionamiento del ambiente para la evaluación sensorial

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.6.3 Procesos de elaboración

Se procedió a elaborar la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, teniendo en cuenta a la formulación de mayor aceptación.

3.6.3.1 Descripción de la elaboración de la mermelada de (*A. muricata*) guanábana con harina de tocosh

1. Recepción:

Se recepcionó la guanábana en el laboratorio de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Nacional Federico Villarreal, adquirido en el Mercado de Frutas (Dirección: Av Circunvalación, San Luis 15019), proveniente del Departamento de Junín.

2. Selección y Clasificación:

Se seleccionó aquellas frutas que cumplieran con las características sensoriales establecidas según la Tabla 24, rechazando las no conformes. Paralelamente, se extrajo una muestra representativa para las diferentes pruebas preliminares.

3. Lavado y Desinfección:

Se lavaron las guanábanas seleccionadas por inmersión de agua con el fin de eliminar la suciedad adherida en la cáscara y disminuir la carga bacteriana. Una vez lavadas se desinfectó en una cantidad de 2-3 ml de hipoclorito de sodio x 1 litro de agua, en un tiempo de inmersión 3- 5 min.

4. Pelado y Despulpado:

Se cortó la fruta en dos, a través de un cuchillo de acero inoxidable, con la finalidad de eliminar la cáscara y pedúnculo. Se despulpó manualmente mediante la eliminación de las semillas característico de la (*Annona muricata*) guanábana.

5. Pulpeado:

Se procedió a pulpear la fruta a través de una licuadora marca Oster, con el fin de tener una mezcla más homogénea. El tiempo de licuado fue de 1-2 minutos a una potencia de 400W.

6. Pesado:

Una vez obtenido la pulpa de guanábana se realizó el pesado de la misma y los insumos según la formulación más aceptada T2 (véase Tabla 16). Se procedió a medir el pH de la pulpa, con el fin de determinar la cantidad de ácido cítrico a añadir durante la cocción.

7. Pre cocción:

La pulpa de guanábana se cocinó a fuego lento, con el fin de romper las membranas celulares de la fruta y lograr la extracción de la pectina natural. Se añadió la solución de harina de tocosh y se homogenizó hasta alcanzar una T° de 50°C .

8. Cocción:

En la cocción se agregó la otra mitad de azúcar calculado y se siguió calentando hasta alcanzar una temperatura de 85°C durante 10 minutos, se ajustó el pH con ácido cítrico hasta alcanzar un valor 3,5. Seguidamente se añadió el % de pectina y la segunda mitad de azúcar con el fin de evitar la formación de grumos. Se removió lentamente hasta llegar al punto de ebullición. Esta operación terminó hasta alcanzar los 60 - 65°Brix (Coronado y Hilario, 2001).

Continuamente, se extrajo una muestra representativa para la evaluación de las diferentes pruebas preventivas: fisicoquímicas y sensoriales.

9. Envasado y Sellado:

El producto se envasó a 85°C , en un frasco de vidrio previamente esterilizado. Se llenó hasta 1 cm del borde superior del frasco, inmediatamente se selló con tapas “twist off. Se procedió a voltear el envase con la finalidad de esterilizar la tapa, permaneciendo por un espacio de 3 minutos y luego se voltea cuidadosamente.

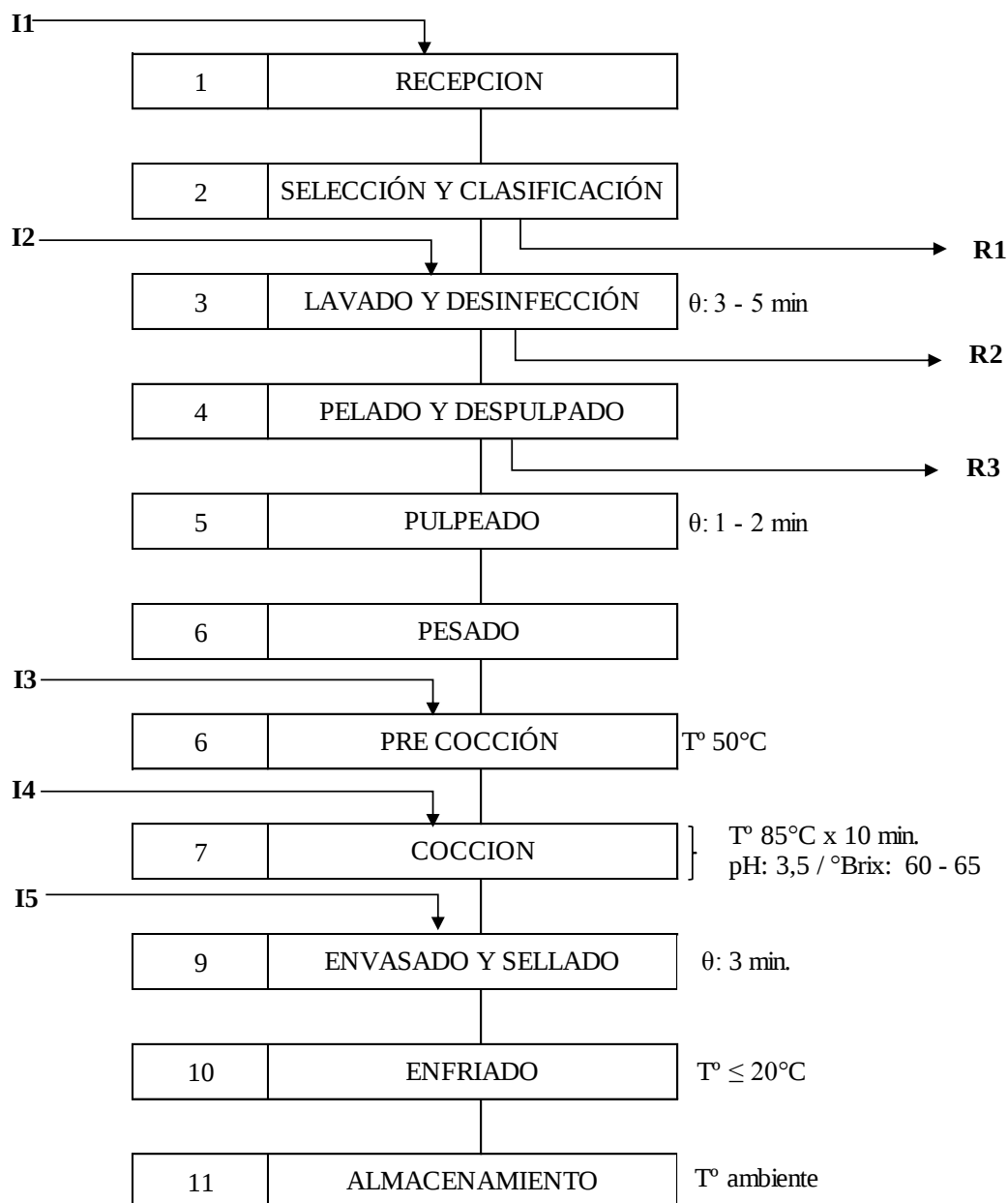
10. Enfriado:

El producto envasado es enfriado hasta una temperatura menor igual a 20°C a través de chorros de agua fría, con el fin de conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase.

11. Almacenamiento:

Se almacenó la mermelada de guanábana con harina de tocosh a temperatura ambiente, en un lugar fresco y seco.

En la siguiente Figura 10, se detalla el diagrama de flujo del proceso de elaboración de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh.



LEYENDA	
ENTRADAS	SALIDAS
I1: Guanábana	R1: Guanábana no conforme
I2: Hipoclorito de sodio	R2: Agua residual
I3: Harina de tocosh y agua	R3: Pedúnculo, cáscaras y semillas
I4: Acido cítrico, azúcar blanca y pectina	
I5: Envase de vidrio y tapas twist off	

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh. Fuente: Elaboración propia (2018).

(a)



(b)



(c)



(d)



Figura 11. a) Pelado y despulpado de la guanábana; b) Pulpeado de la guanábana; c) Pesado de la guanábana; d) Mermelada de guanábana y harina de tocosh.

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.6.3.2 Descripción del proceso de elaboración de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana

1. Recepción del lactosuero:

Se recepcionó el lactosuero en el laboratorio de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Nacional Federico Villarreal, donado por la empresa Lácteos Verano E.I.R.L., en galones plásticos (volumen: 3l) y colocadas en un cooler frigorífico para mantener la cadena de frío. Durante la recepción se extrajo una muestra representativa para las diferentes pruebas fisicoquímicas: Acidez, pH y sensorial.

2. Filtrado:

Esta operación se realizó a través de una tela filtrante con el fin de separar los residuos sólidos provenientes del lactosuero.

3. Estandarizado:

Se calentó el lactosuero filtrado a una T° 32°C , para agregar la cantidad de leche en polvo con el fin de aumentar los sólidos totales y la cantidad de azúcar blanca, homogenizándolos paralelamente.

4. Pasteurizado:

Se procedió a pasteurizar a una T° de 85°C por 10 minutos, con el fin de reducir la carga bacteriana.

5. Enfriado:

Posteriormente, se enfrió mediante la circulación de agua a temperatura ambiente interna, hasta llegar a 44°C .

6. Inoculado y Mezclado:

Una vez alcanzado la temperatura se adicionó el cultivo lácteo (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) (véase Anexo 14), mezclándose continuamente.

7. Incubado:

Se procedió a incubar la mezcla a una temperatura promedio de 40°C a 44°C en baño maría por un tiempo de 4 horas, hasta alcanzar un pH de 4 – 4,5.

8. Refrigerado:

La mezcla final fue refrigerada a 4°C por 5 horas.

9. Batido:

Posteriormente, se adiciono el 18% de la mermelada de guanábana y harina de tocosh, agitándose a través de movimientos ondulatorios.

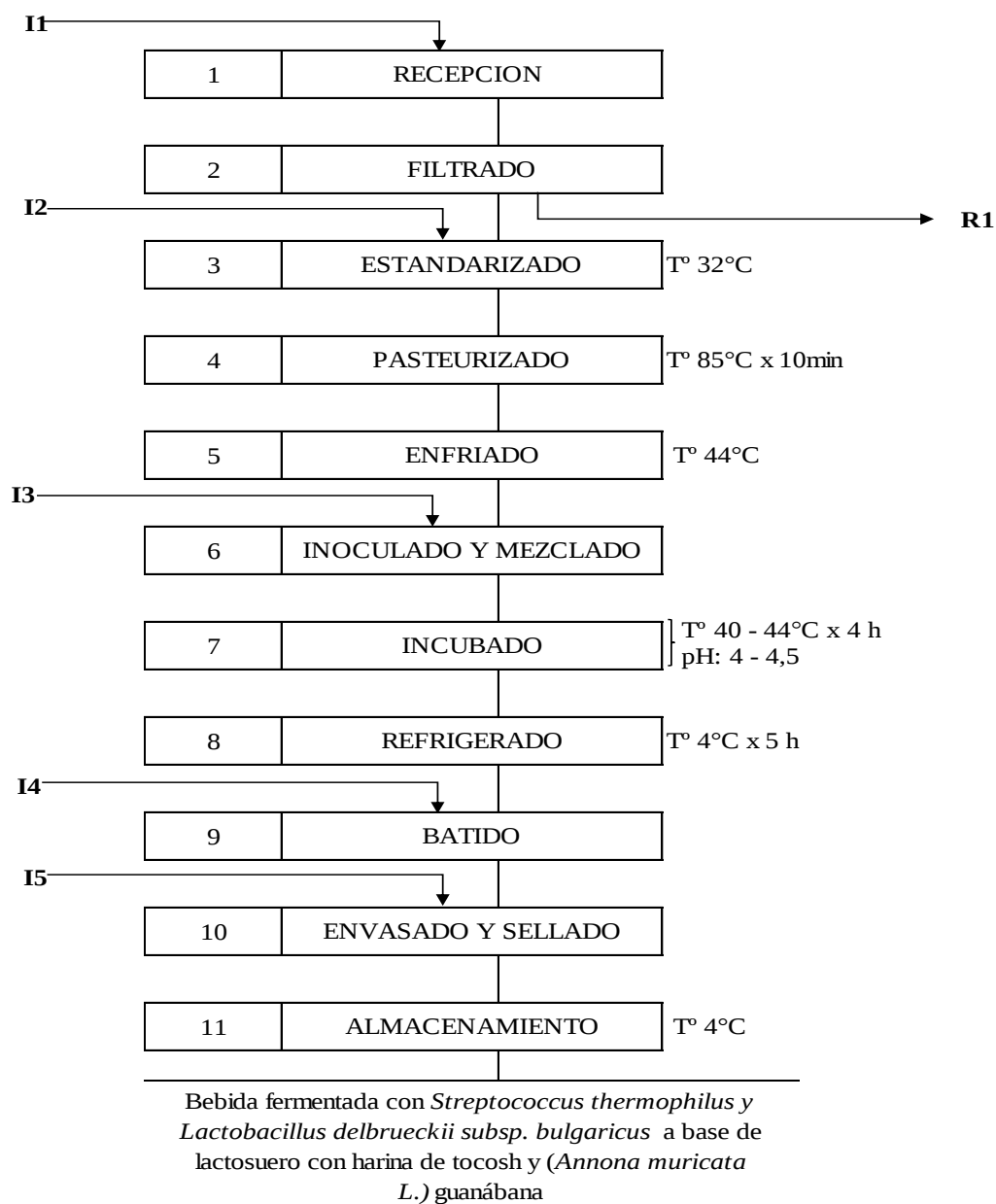
10. Envasado y Sellado:

Se envasó en envases estériles semirrígidos de polietileno (volumen: 1l). Paralelamente, se extrajo una muestra representativa del producto terminado para realizar las diferentes pruebas: fisicoquímica, químico proximal y microbiológico. Posteriormente, fueron sellados manualmente con tapas rosca estériles.

11. Almacenamiento:

Finalmente, la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, fue almacenado en refrigeración a 4°C.

En la siguiente Figura 12, se detalla el diagrama de flujo del proceso de elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.



LEYENDA	
ENTRADAS	SALIDAS
I1: Suero lácteo	R1: Residuos sólidos
I2: Leche en polvo y azúcar blanca	
I3: Cultivo lácteo (<i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>)	
I4: Mermelada de guanábana y harina de tocosh	
I5: Envases de polietileno y tapas roscas	

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana. Fuente: Elaboración propia (2018).

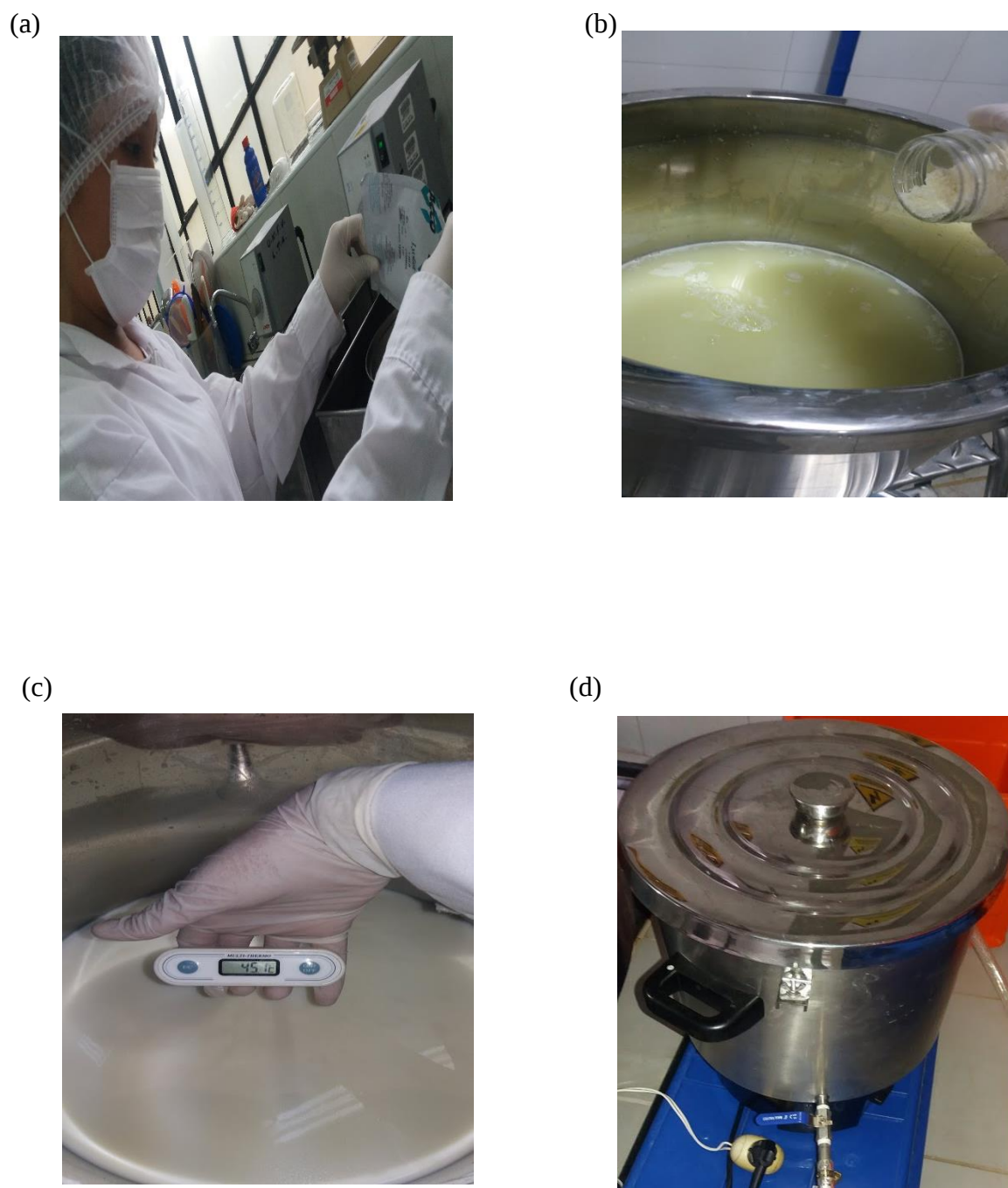


Figura 13. a) Inoculación de los cultivos lácticos; b) Estandarización del suero lácteo; c) Enfriado de la base de suero lácteo; d) Incubación de la base de suero lácteo.

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.7 Análisis de datos

3.7.1 Análisis químico proximal

En la Tabla 21, se detallan las normas utilizadas en el análisis químico proximal de las muestras del lactosuero y de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Tabla 21

Criterios normativos de análisis

MUESTRAS	
Lactosuero dulce	
Determinación de Proteínas	AOAC 920.152 (2016)
Determinación de Cenizas	AOAC 940.26 (2016)
Determinación de Grasas	AOAC 920.177 (2016)
Determinación de Humedad	AOAC 920.146 (2016)
Determinación de los Carbohidratos	Por cálculo
Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>Annona muricata</i>) guanábana.	
Determinación de Proteínas	NTP 202.119 (1998)
Determinación de Cenizas	NTP 202.172 (1998) Ítem 3.1
Determinación de Grasas	AOAC 905.02 (2016)
Determinación de Humedad	NTP 202.118 (1998)
Determinación de los Carbohidratos	Por cálculo

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.7.2 Análisis microbiológico

En la Tabla 22, se detallan los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano MINSA (2008) para el análisis microbiológico de las muestras del lactosuero y de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Tabla 22

Criterios microbiológicos según la naturaleza de la muestra a analizar

MUESTRA	Lactosuero y Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>Annona muricata</i>) guanábana.					
I.6 Leches fermentadas y acidificada (yogurt, leche cultivada, cuajada, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	C	Limite por g	
					M	M
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²
Levaduras	2	3	5	2	10	10 ²

Fuente: MINSA (2008).

3.7.3 Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico SPS, a través de un análisis estadístico ANOVA ($p < 0.05$).

3.7.4 Análisis fisicoquímico del lactosuero

3.7.4.1 Índice de acidez (expresado en ácido láctico)

Se realizó la determinación del acidez titulable por el Método Volumétrico según la norma A.O.A.C. 942.15A (2016).

3.7.4.2 pH:

Se realizó la determinación del pH por el Método Potenciométrico según la norma A.O.A.C. 981.12 (2016).

3.7.5 Análisis sensorial del lactosuero

Se realizó el análisis sensorial del lactosuero, evaluando los siguientes atributos: olor, color, sabor y textura a través de los sentidos.

En la Tabla 23, se observan los criterios de referencia utilizados para el análisis sensorial del lactosuero.

Tabla 23

Características sensoriales establecidas para el lactosuero

Características sensoriales	
Aroma:	Medianamente aromático
Color:	Buena (Amarillo pálido)
Sabor:	Aceptable (moderadamente dulce)
Consistencia:	Líquida

Fuente: Álvarez (2013).

3.7.6 Análisis fisicoquímico de la Guanábana

3.7.6.1 Índice de Acidez (expresado en ácido cítrico)

Se realizó la determinación del ácido cítrico por el Método de Titulación volumétrica según la norma A.O.A.C 942.15A (2016).

3.7.6.2 pH

Se realizó la determinación del pH por el Método Potenciométrico según la norma A.O.A.C. 981.12 (2016).

3.7.6.3 Índice Solido Soluble Totales (° Brix)

Se realizó la determinación del Índice de Solido Soluble Totales (°Brix) por el Método de refractometría según la norma A.O.A.C. 932.12 (2016).

3.7.6.4 Índice de Madurez

Se realizó la determinación del índice de madurez mediante la relación °Brix y acidez titulable (Galvis, 1992).

A través de la siguiente ecuación:

$$I.M. = \frac{\%S.S.T}{\% Acidez Titulable}$$

Donde:

I.M. = índice de madurez

S.S.T = sólidos solubles totales

3.7.7 Análisis sensorial de la guanábana

Se realizó el análisis sensorial de la guanábana, evaluando los siguientes atributos: aroma, color, sabor y consistencia a través de los sentidos.

En la Tabla 24, se observan los criterios de referencia utilizados para el análisis sensorial de la (*Annona muricata*) Guanábana.

Tabla 24

Características sensoriales establecidas para la guanábana

<i>(Annona muricata)</i> Guanábana	
Aroma:	Aromático
Color externo (cáscara):	Verdoso
Color interno (pulpa):	Blanca suavemente amarilla
Sabor:	Dulce
Consistencia:	Viscosa

Fuente: Arango (1975) y Méndez (2003).

En la Figura 14, se observa la muestra de *(Annona muricata)* Guanábana utilizado en la investigación.



Figura 14. (Annona muricata) Guanábana

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.7.8 Análisis fisicoquímico de la mermelada de (*A. muricata*) guanábana y harina de tocosh

3.7.8.1 Índice de acidez (expresado en ácido cítrico)

Se realizó la determinación ácido cítrico por el Método de Titulación volumétrica según la norma A.O.A.C 942.15A (2005).

3.7.8.2 pH

Se realizó la determinación del pH por el Método Potenciometrico según la norma A.O.A.C. 981.12 (2005).

3.7.8.3 Índice de los Solidos solubles (°Brix)

Se realizó la determinación del Índice de solidos solubles (°Brix) por el Método de refractometria según la norma A.O.A.C. 932.12 (1980).

3.7.9 Análisis sensorial de la mermelada de guanábana y harina de tocosh

La mermelada a base de guanábana y harina de tocosh, fue evaluada en los siguientes atributos: consistencia, color, sabor y olor; con 3 repeticiones.

3.7.10 Análisis fisicoquímico de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana

3.7.10.1 Índice de acidez (expresado en ácido láctico)

Se realizó la determinación del acidez titulable por el Método Volumétrico según la norma A.O.A.C. 942.15A (2016).

3.7.10.2 pH

Se realizó la determinación del pH por el Método Potenciométrico según la norma A.O.A.C. 981.12 (2016).

3.7.11 Análisis sensorial de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana

Se realizó el análisis sensorial de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, elaborado por la fórmula más aceptada, evaluando los siguientes atributos: color, olor, sabor y textura a través de los sentidos.

3.7.12 Determinación del tiempo de vida útil

El presente estudio tuvo la finalidad de evaluar la estabilidad del producto y estimar la vida útil del mismo. El tiempo de vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, se realizó mediante condiciones de almacenamiento controlados, a través de un diseño experimental. En la Tabla 25, se detalla el Diseño experimental utilizado en la determinación del tiempo de vida útil.

Tabla 25

Diseño experimental

<i>Muestra según la temperatura estudiada (4°C, 10°C y 24°C)</i>																
Variables respuestas	Tiempo de evaluación (días)															
	Inicio (T0)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Análisis Físicoquímicos																
pH																
Acidez (%Ácido láctico)																
Análisis Sensorial																
Color																
Olor																
Sabor																
Textura																
Análisis Microbiológico (solo al inicio y final de la evaluación)																
Bacterias aeróbicas mesófilas, UFC/g																
Mohos, UFC/g																
Levaduras, UFC/g																
Coliformes, UFC/g																

Fuente: Elaboración propia (2018).

El producto fue sometido a un tiempo de evaluación de 15 días, en base a los reportes de Marulanda *et al.* (2016).

- El almacenamiento del producto se realizó a 3 temperatura diferentes (Temperatura de refrigeración: 4°C y 10 °C; Temperatura ambiente: 24°C).
- Los análisis fisicoquímicos se realizaron de forma diaria (índice de acidez y pH), iniciando la evaluación a un tiempo 0.
- Los análisis sensoriales se realizaron de forma diaria, iniciando la evaluación a un tiempo 0 a través de 5 jueces entrenado.
- Los análisis microbiológicos se realizaron al inicio y final de evaluación, en relación directa a la pérdida significativa del análisis de pH y acidez.
- Los datos se representaron gráficamente en función del tiempo y temperatura de almacenamiento.
- Los resultados se evaluaron a través del modelo matemático que mejor describieron la cinética de reacción y procesados estadísticamente por el software Minitab 17.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Resultado del análisis químico proximal del Lactosuero

En la Tabla 26, se registran los resultados del análisis químico proximal del lactosuero a una T° inicial de 5,2 °C. Véase Anexo 24.

Tabla 26

Resultado del análisis químico proximal del lactosuero

Lactosuero	
Carbohidratos (g/100ml)	5,48
Ceniza (g/100ml)	0,51
Grasa (g/100ml)	0,72
Humedad (g/100ml)	92,56
Proteína (g/100ml)	0,73
(*) Proteína total %Nx6.25	

Fuente: Laboratorio SAT (2018).

4.2 Resultados del análisis microbiológico del Lactosuero

En la Tabla 27, se registran los resultados obtenidos del análisis microbiológico del lactosuero, a una T° inicial de 5,2 °C. Véase Anexo 24.

Tabla 27

Resultado del análisis microbiológico del lactosuero

Lactosuero	
Coliformes Bacterias Numeración (ufc/ml)	40
Hongos: Levaduras Numeración (ufc/ml)	2x10
Hongos: Mohos Numeración (ufc/ml)	<1Est

Fuente: Laboratorio SAT (2018).

4.3 Resultado de la Caracterización fisicoquímica del lactosuero

En la Tabla 28, se registran los resultados promedios de los análisis fisicoquímicos del lactosuero dulce, a través de 3 repeticiones respectivas.

Tabla 28

Resultado fisicoquímico del lactosuero dulce

Análisis	Resultado	Unidades	Numero de repeticiones
Acidez	0,14	g/100g (expresado en ácido láctico)	3
pH (T=20°C)	6,17	---	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.4 Resultado del análisis sensorial del lactosuero

En la Tabla 29, se registran los resultados promedios del análisis sensorial del lactosuero, a través de 3 repeticiones para cada atributo.

Tabla 29

Resultado del análisis sensorial del lactosuero dulce

Atributos	Resultado	Numero de repeticiones
Olor	Sui generis (queso fresco)	3
Color	Amarillo pálido	3
Sabor	Suavemente dulce	3
Textura	Líquida	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5 Resultado de la caracterización fisicoquímica de la pulpa de guanábana

En la Tabla 30, se registran los resultados promedios de los análisis fisicoquímicos de pulpa de guanábana, a través de 3 repeticiones respectivas.

Tabla 30

Resultado fisicoquímico de la pulpa de guanábana

Análisis	Resultado	Unidades	Numero de repeticiones
Acidez	0,57	g/100g (expresado en ácido cítrico)	3
pH	3,71	---	3
Solidos Solubles	16,20	°Brix	3
Índice de Madurez	28,42	---	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.6 Resultado del análisis sensorial de la pulpa de guanábana

En la Tabla 31, se registran los resultados promedios del análisis sensorial de la pulpa de (*Annona muricata*) guanábana, a través de 3 repeticiones para cada atributo.

Tabla 31

Resultado del análisis sensorial de la pulpa de (A. muricata) guanábana

Atributos	Resultado	Numero de repeticiones
Aroma	Aromático, Sui generis	3
Color externo (cáscara)	Verde oscuro	3
Color interno (pulpa)	Blanca suavemente amarilla	3
Sabor	Dulce	3
Consistencia	Viscosa moderadamente fibrosa	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.7 Resultado de la caracterización fisicoquímica de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh

En la Tabla 32, se registran los resultados promedios de los análisis fisicoquímicos de la mermelada de (*A. muricata*) guanábana y harina de tocosh, a través de 3 repeticiones respectivas.

Tabla 32

Resultado fisicoquímico de la mermelada de (A. muricata) guanábana y harina de tocosh

Análisis	Resultado	Unidades	Numero de repeticiones
Solidos Solubles	64,40	°Brix	3
pH	3,5	---	3
Acidez	0,17	g/100g (expresado en ácido cítrico)	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.8 Resultado del análisis sensorial de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh

En la Tabla 33, se registran los resultados promedios del análisis sensorial de la mermelada de (*A. muricata*) guanábana y harina de tocosh, a través de 3 repeticiones para cada atributo.

Tabla 33

Resultado del análisis sensorial de la mermelada de (A. muricata) guanábana y harina de tocosh

Atributos	Resultado	Numero de repeticiones
Consistencia	Gel suave y con presencia de fruta	3
Color	Crema suavemente a gris	3
Sabor	A guanábana ligeramente a tocosh	3
Olor	A guanábana suavemente a tocosh	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.9 Resultados de la evaluación sensorial de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero

Se diseñó una triada de formulaciones (T1, T2 y T3) para la elaboración de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero. En la Tabla 34, se detallan las características sensoriales obtenidas.

Tabla 34

Resultado del análisis sensorial de las tres formulaciones de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero.

Atributos	T1	T2	T3
Olor	Similar a un yogur y a la butanodiona (olor característico de la mantequilla)	Similar a un yogur y a la butanodiona (olor característico de la mantequilla)	Similar a un yogur y a la butanodiona (olor característico de la mantequilla)
Color	Blanco	Blanco	Blanco
Sabor	Suavemente dulce	Suavemente dulce	Suavemente dulce
Textura	Líquida suavemente batido	Ligeramente batido	Batido

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la Figura 15, se observan las muestras T1, T2 y T3 obtenidas en la investigación.



Figura 15. Muestras T1, T2 y T3.

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.9.1 Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de la TEXTURA

Con el objetivo de determinar la fórmula con mejor textura se sometió a una Prueba de Aceptación con 30 panelistas semi entrenados, resultando la formulación T2 con mayor puntaje. En la Tabla 35, se registran los puntajes totales obtenidos en la prueba de aceptación del atributo de la Textura.

Tabla 35

Puntajes totales obtenidos mediante la prueba de aceptación del atributo de la textura

TRATAMIENTO	TEXTURA
T1	144
T2	167
T3	154

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los puntajes totales obtenidos en la prueba de aceptación del atributo de la textura (Anexo 3) se evaluó mediante la Prueba de Tukey con un nivel de confiabilidad de 95%. Para el desarrollo de esta prueba se trabajó con la prueba estadística ANOVA de un solo factor. El valor p obtenido en la prueba de ANOVA resultó 0,021 menor al nivel de significancia de la prueba (0,05) por tal motivo se concluyó que las medias de las formulaciones (T1, T2 y T3) no son iguales, siendo significativamente diferentes entre sí.

Según el Anexo 8, las comparaciones múltiples obtenidas por el método de Tukey indicó que todas las medias de las formulaciones comparados se difieren entre sí, donde la formulación T2 presentó una media mayor que la formulación T3, y éstos mayor que la formulación T1.

Así, en el subgrupo 1, resultó incluidos dos grupos de formulación T3 y T1 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,678), y en el subgrupo 2, resultó incluidos dos grupos formulación T2 y T3 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,334).

En base a esto podemos concluir que la formulación T2, presenta la mejor textura, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

En la Figura 16, se observan las medias correspondientes a cada formulación T1, T2 y T3 de acuerdo a la variable TEXTURA.

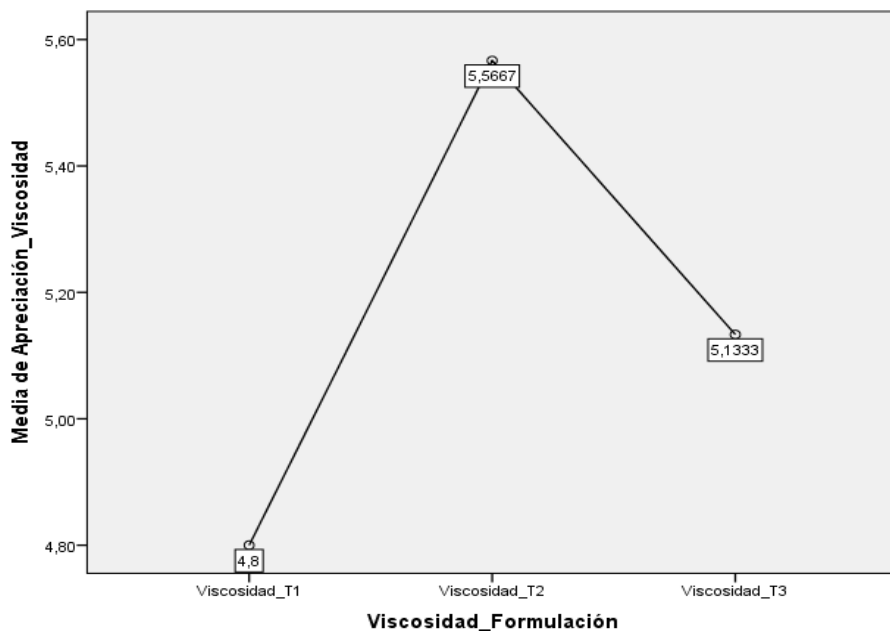


Figura 16. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de la Textura.

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.10 Resultado del análisis sensorial de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

En base a la formula T2 obtenido como mejor textura para los panelistas, se diseñó una triada de formulaciones (T4, T5 y T6) para la elaboración de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

En la Tabla 36, se describen las características sensoriales obtenidas en la primera triada de formulaciones de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Tabla 36

Resultado de las características sensoriales de las tres formulaciones de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (A. muricata) guanábana.

Atributos	T4	T5	T6
Sabor	Dulce, intenso a yogurt, ligeramente a guanábana y a tocosh.	Dulce, intenso a yogurt, medianamente a guanábana y suavemente a tocosh.	Dulce, intenso a yogurt, intenso a guanábana y suavemente a tocosh.
Olor	Similar al yogurt (acetaldehído, butanodiona), ligeramente a guanábana y suavemente a tocosh	Similar al yogurt (acetaldehído, butanodiona) y ligeramente a guanábana.	Similar al yogurt (acetaldehído, butanodiona) y medianamente a guanábana.
Color	Blanco pálido	Blanco pálido	Blanco pálido
Textura	Fluido denso	Fluido ligeramente denso	Fluido medianamente denso

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.10.1 Resultado de la Prueba de Aceptación

Con el objetivo de determinar la fórmula con mejor aceptación, se sometió a una Prueba de Aceptación evaluando los siguientes atributos: Sabor, Olor, Apariencia General y Textura con 30 panelistas semi entrenados. No se evaluó el atributo Color por no presentar diferencias significativas en ninguno de los tres tratamientos. Resultando la formulación T5 con mayor puntaje.

En la Tabla 37, se registran los puntajes totales obtenidos en la prueba de aceptación de los atributos: Sabor, Olor, Textura y Apariencia general.

Tabla 37

Puntajes totales obtenidos mediante la Prueba de Aceptación

TRATAMIENTOS	ATRIBUTOS			
	Sabor	Olor	Textura	Apariencia general
T4	116	119	104	113
T5	120	126	118	125
T6	101	106	99	107

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.10.1.1 Resultado del atributo SABOR

Los puntajes obtenidos en la prueba de aceptación de la variable SABOR (Anexo 4), se evaluó mediante la Prueba de Tukey con un nivel de confiabilidad de 95%. Para el desarrollo de esta prueba se trabajó con la prueba estadística ANOVA de un solo factor. El valor p obtenido en la prueba de ANOVA resultó 0,001 menor al nivel de significancia de la prueba (0,05) por tal motivo

se concluyó que las medias de las formulaciones (T4, T5 y T6) no son iguales, siendo significativamente diferentes entre sí.

Según el Anexo 9, las comparaciones múltiples obtenidas por el método de Tukey indicó que todas las medias de las formulaciones comparados difieren entre sí, donde la formulación T5 presentó una media mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

Así, en el subgrupo 1, resultó incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,440), y en el subgrupo 2, resultó incluido un solo grupo formulación T5 que difiere de las formulaciones anteriores y que no difiere de sí mismo (Sig. 1,000). En base a esto podemos concluir que la formulación T5, presento la mayor aceptación de acuerdo a la variable SABOR, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

En la siguiente Figura 17, se observan las medias correspondientes a cada formulación T4, T5 y T6 de acuerdo a la variable SABOR.

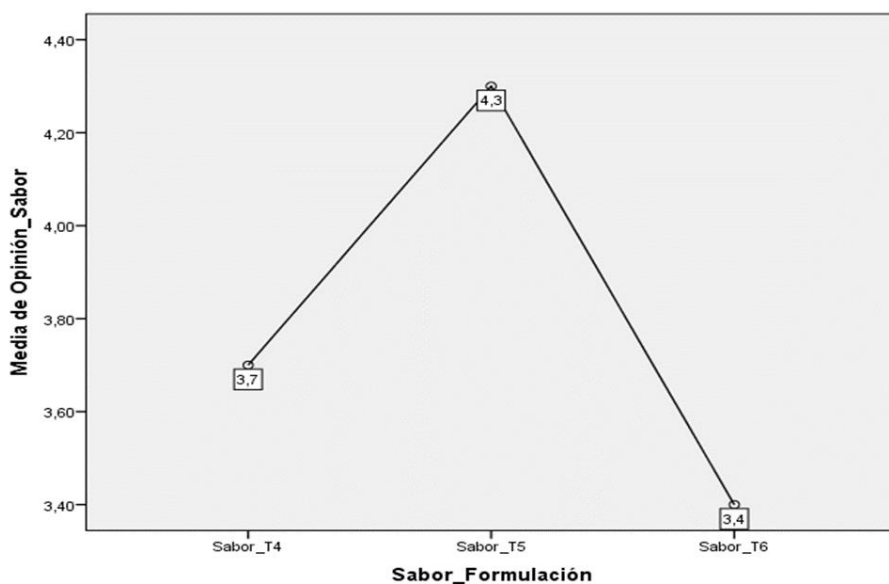


Figura 17. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo del Sabor.

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.10.1.2 Resultado del atributo OLOR

Los puntajes obtenidos en la prueba de aceptación de la variable OLOR (Anexo 5), se evaluó mediante la Prueba de Tukey con un nivel de confiabilidad de 95%. Para el desarrollo de esta prueba se trabajó con la prueba estadística ANOVA de un solo factor. El valor p obtenido en la prueba de ANOVA resultó 0,031 menor al nivel de significancia de la prueba (0,05) por tal motivo se concluyó que las medias de las formulaciones (T4, T5 y T6) no son iguales, siendo significativamente diferentes entre sí.

Según el Anexo 10, las comparaciones múltiples obtenidas por el método de Tukey indicó que todas las medias de las formulaciones comparados difieren entre sí, donde la formulación T5 presentó una media mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

Así, en el subgrupo 1, resulto incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,546), y en el subgrupo 2, resulto incluidos dos grupos formulación T5 y T4 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,370).

En base a esto podemos concluir que la formulación T5, presento la mayor aceptación de acuerdo a la variable OLOR, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

En la Figura 18, se observan las medias correspondientes a cada formulación T4, T5 y T6 de acuerdo a la variable OLOR.

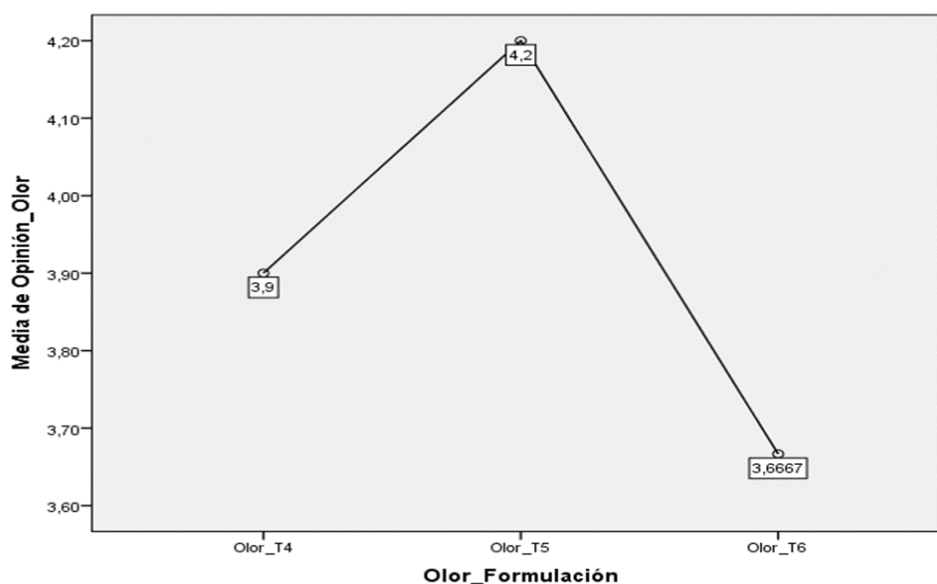


Figura 18. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo del Olor.

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.10.1.3 Resultado del atributo Apariencia General

Los puntajes obtenidos en la prueba de aceptación de la variable APARIENCIA GENERAL (Anexo 6), se evaluó mediante la Prueba de Tukey con un nivel de confiabilidad de 95%. Para el desarrollo de esta prueba se trabajó con la prueba estadística ANOVA de un solo factor. El valor p obtenido en la prueba de ANOVA resultó 0,009 menor al nivel de significancia de la prueba (0,05) por tal motivo se concluyó que las medias de las formulaciones (T4, T5 y T6) no son iguales, siendo significativamente diferentes entre sí.

Según el Anexo 11, las comparaciones múltiples obtenidas por el método de Tukey indicó que todas las medias de las formulaciones comparados difieren entre sí, donde la formulación T5 presenta una media mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

Así, en el subgrupo 1, resulto incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,558), y en el subgrupo 2, resulto incluidos dos grupos formulación T5 y T4 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,103).

En base a esto podemos concluir que la formulación T5, presenta la mayor aceptación de acuerdo a la variable APARIENCIA GENERAL, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

En la Figura 19, se observan las medias correspondientes a cada formulación T4, T5 y T6 de acuerdo a la variable APARIENCIA GENERAL.

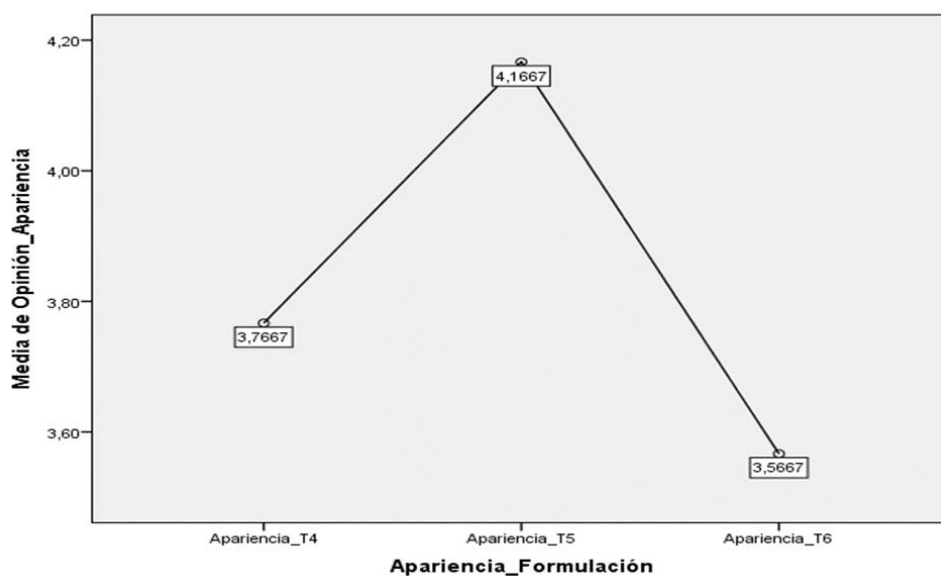


Figura 19. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de la Apariencia General.

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.10.1.4 Resultado del atributo Textura

Los puntajes obtenidos en la prueba de aceptación de la variable TEXTURA (Anexo 7), se evaluó mediante la Prueba de Tukey con un nivel de confiabilidad de 95%. Para el desarrollo de esta prueba se trabajó con la prueba estadística ANOVA de un solo factor. El valor p obtenido en la prueba de ANOVA resultó 0,028 menor al nivel de significancia de la prueba (0,05) por tal motivo se concluyó que las medias de las formulaciones (T4, T5 y T6) no son iguales, siendo significativamente diferentes entre sí.

Según Anexo 12, las comparaciones múltiples obtenidas por el método de Tukey indicó que todas las medias de las formulaciones comparados difieren entre sí, donde la formulación T5 presentó una media mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

Así, en el subgrupo 1, resultó incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,769), y en el subgrupo 2, resultó incluidos dos grupos formulación T5 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,134).

En base a esto podemos concluir que la formulación T5, presenta la mayor aceptación de acuerdo a la variable TEXTURA, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

En la Figura 20, se observan las medias correspondientes a cada formulación T4, T5 y T6 de acuerdo a la variable TEXTURA.

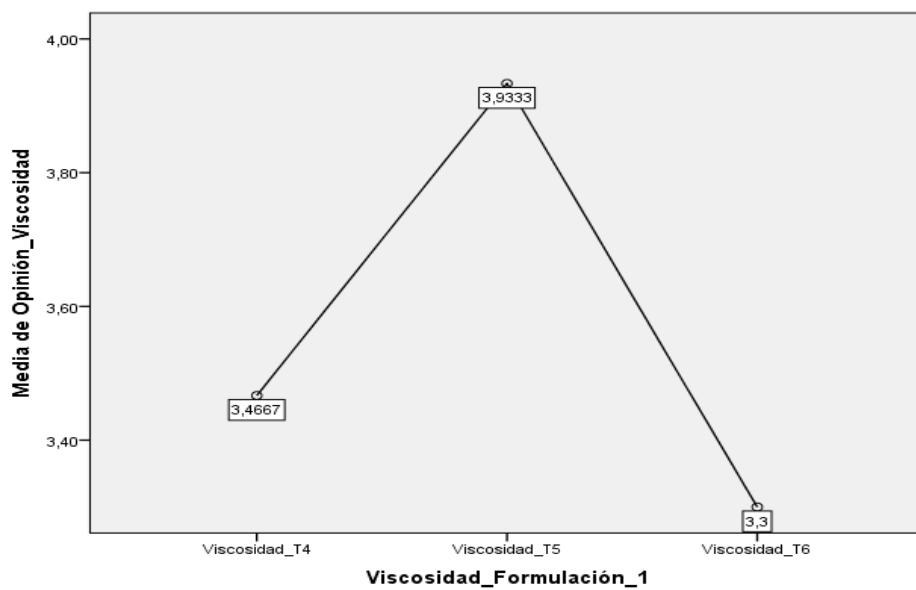


Figura 20. Resultado de la Prueba de Aceptación del atributo de Textura.

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.11 Resultado del Diseño de Formulación

4.11.1 Formulación de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero

En base los resultados obtenidos en el análisis sensorial de las muestras T1, T2 y T3; se obtuvo como mejor formulación de acuerdo al atributo: Textura, la muestra T2.

En la Tabla 38, se detallan los ingredientes de la mejor formulación T2.

Tabla 38

Formulación de la muestra T2

Ingredientes	T2
	(%)
Lactosuero	89,13
Cultivo lácteo	0,18
Leche en polvo	8,91
Azúcar blanca	1,78
TOTAL (%)	100

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.11.2 Formulación de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

En base los resultados obtenidos en el análisis sensorial de las muestras T4, T5 y T6; se obtuvo como mejor formulación de acuerdo a los atributos: Sabor, Olor, Apariencia General y Textura; la muestra T5.

En la Tabla 39, se detallan los ingredientes de la mejor formulación.

Tabla 39

Formulación de la muestra T5

Ingredientes	T5 (%)
Bebida fermentada	82
Pulpa de guanábana	8,15
Azúcar blanca	8,15
Harina de tocosh	0,81
Agua	0,82
Pectina	0,04
*Ácido cítrico	0,03
TOTAL (%)	100

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.12 Resultado del análisis químico proximal de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana

En la Tabla 40, se registran los resultados obtenidos del análisis químico proximal de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*A. muricata*) guanábana de la fórmula más aceptada, a una T° inicial de 5,2 °C. Véase Anexo 25.

Tabla 40

*Resultado del análisis químico proximal de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*A. muricata*) guanábana*

Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (<i>A. muricata</i>) guanábana	
Carbohidratos (g/100ml)	16,17
Ceniza (g/100ml)	0,88
Grasa (g/100ml)	2,29
Humedad (g/100ml)	78,25
Proteína (g/100ml)	2,41
(*) Proteína total %Nx6.38	

Fuente: Laboratorio SAT (2018)

4.13 Resultado del análisis microbiológico de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana

En la Tabla 41, se registran los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*A. muricata*) guanábana de la fórmula más aceptada, a una T° inicial de 5,2 °C. Véase Anexo 26.

Tabla 41

Resultado del análisis microbiológico de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (A. muricata) guanábana

Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (A. muricata) guanábana	
Aerobias mesófilos Numeración (Recuento Estándar en placa) (ufc/ml)	4x10 ⁹
Coliformes Bacterias Numeración (NMP/ml)	<3
Hongos: Levaduras Numeración (ufc/ml)	<10
Hongos: Mohos Numeración (ufc/ml)	<10

Fuente: Laboratorio Incerlab (2018)

4.14 Caracterización fisicoquímica de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (Annona muricata) guanábana

Se realizó la determinación del índice de acidez y pH de la “Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (Annona muricata) guanábana” de la fórmula más aceptada, con 3 repeticiones respectivas.

En la Tabla 42, se registran los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico.

Tabla 42

Resultado fisicoquímico de la Bebida fermentada tipo yogur

Análisis	Resultado	Unidades	Numero de repeticiones
Acidez	1,35	g/100g (expresado en ácido láctico)	3
pH (T=20°C)	4,3	---	3

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.15 Resultado de la determinación del tiempo de vida útil

Se realizó el estudio de vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana en base a la fórmula de mayor aceptación (T5), durante un tiempo de evaluación de 15 días, para lo cual se colocaron las muestras a tres temperaturas de almacenamiento 4°C, 10°C y 24°C respectivamente. Diariamente se realizaron evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales, dando por finalizada la evaluación al observar pérdida significativa en la evaluación sensorial, los caracteres fisicoquímicos y/o microbiológicos. Las evaluaciones microbiológicas se realizaron al inicio y final del estudio.

En la Tabla 43, se detallan los factores de deterioro que afectan al producto final.

Tabla 43

Factores de deterioro de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (A. muricata) guanábana

FACTORES DE DETERIORO	TIPO DE DETERIORO	REQUISITO
Factores microbiológicos	1. Aumento de bacterias indicadoras de deterioro a niveles mayores de los establecidos.	Límites microbiológicos establecido por la norma sanitaria 591-2008/MINSA
Factores Físico-químicos	1. Disminución significativa de pH.	Límite establecido de pH: 3,8
	2. Incremento significativa de la acidez.	Límite establecido de acidez 1,5%
Factores Sensoriales	1. Sabor y olor desagradable, posible sabor anómalo por crecimiento de bacterias de deterioro o reacciones internas. 2. Textura, separación de fases, formación de grumos, pérdida o aumento de viscosidad. 3. Variaciones del color.	Límite de aceptación, puntaje 5 (“Ni me gusta ni me disgusta”)

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.15.1 Resultado del análisis fisicoquímico

Los análisis físicos químicos (pH y acidez expresada en ácido láctico) se realizaron de forma diaria y finalizaron cuando la muestra presento una pérdida significativa en su calidad; con respecto a cada temperatura de almacenamiento (4°C, 10° y 24°C) durante 15 días.

4.15.1.1 Cinética del pH

El análisis de pH se realizó por el Método Potenciométrico según la norma A.O.A.C. 981.12 (2016), durante 15 días. Se consideró como valor mínimo aceptable pH de 3,8; estableciendo que los valores que sobrepasen el mínimo aceptable ocasionarían el rechazo del producto.

En la Tabla 44, se registran los resultados obtenidos en las mediciones de pH de forma diaria.

Tabla 44

Resultados de las mediciones de pH

DIA	pH (T1:4°C)	pH (T2:10°C)	pH (T3:24°C)
0	4,30	4,30	4,30
1	4,30	4,25	4,15
2	4,26	4,19	4,05
3	4,25	4,08	3,99
4	4,25	4,05	3,98
5	4,24	4,05	3,89
6	4,24	4,05	3,80
7	4,24	4,05	3,75
8	4,18	4,00	----
9	4,17	4,00	----
10	4,15	3,97	----
11	4,15	3,89	----
12	4,15	3,88	----
13	4,15	3,88	----
14	4,15	3,85	----
15	4,14	3,85	----

Fuente: Elaboración propia (2018).

El valor final de pH: 4,14 a temperatura de refrigeración de 4°C en los 15 días de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, resulto cercano al valor reportado por Marulanda, Granados y García (2016) que al estimar la vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentado con *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus casei ssp. casei* determinaron un valor final de pH: 4,18 en las dos formulaciones a los 15 días de evaluación y a temperatura de 4°C.

Demostrando que el almacenamiento bajo refrigeración detiene el crecimiento de los microorganismos del cultivo iniciador. Los resultados de pH demuestran una tendencia a la acidificación del producto en todas las temperaturas de almacenamiento.

En la Figura 21, se observa el empleo de la ecuación de orden cero entre el tiempo y el pH del producto final obtenido en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

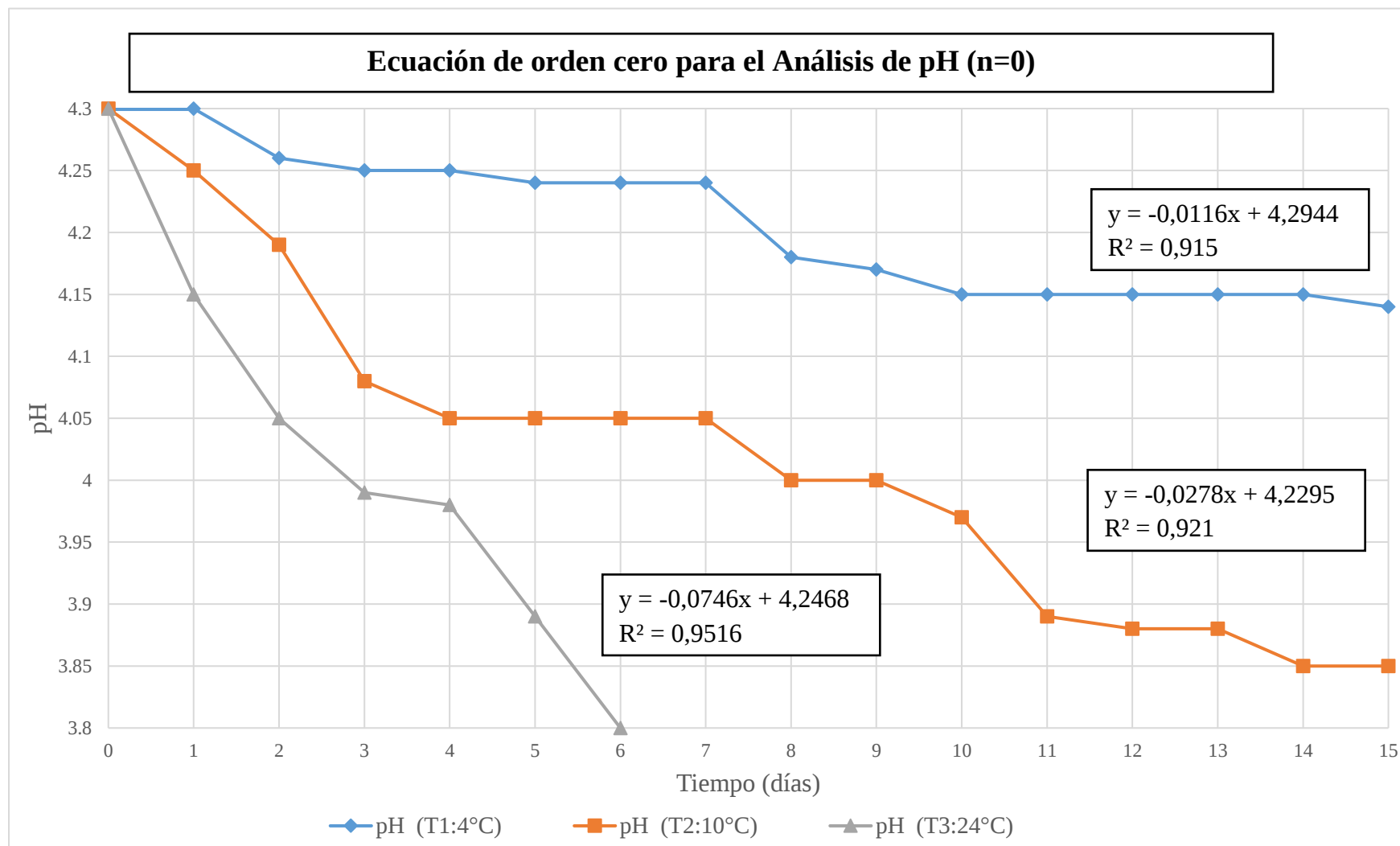


Figura 21. Cinética de pH a diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

Fuente: Elaboración propia (2018).

Se obtuvo la siguiente ecuación: $pH = (pH_0) \pm K(t)$, para cada T° de almacenamiento ($4^\circ C$, $10^\circ C$ y $24^\circ C$). Presentando diferentes coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$). Véase Tabla 45.

Tabla 45

Resultados de los coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$), con respecto al pH.

T1: 4°C	T2: 10°C	T3: 24°C
A=4,2944	A=4,2295	A=4,2468
B=-0,0116	B=-0,0278	B= -0,0746
R=0,9566	R=0,9597	R=0,9755

Fuente: Elaboración propia (2018).

Sabiendo que $K=B$ y considerando $pH= 3.8$ como valor mínimo aceptable en la ecuación lineal, se obtuvo los diferentes tiempos de vida útil para cada T° de almacenamiento ($4^\circ C$, $10^\circ C$ y $24^\circ C$). Véase Tabla 46.

Tabla 46

Resultados del tiempo de vida útil de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$), con respecto al pH.

T1: 4°C	T2: 10°C	T3: 24°C
$3,8 = -0,0116 t + 4,2944$ $t = 42,62 \approx 43$ días	$3,8 = -0,0278 t + 4,2295$ $t = 15,45 \approx 15$ días	$3,8 = -0,0746 t + 4,2468$ $t = 5,99 \approx 6$ días

Fuente: Elaboración propia (2018).

En base a los resultados obtenidos, se concluyó que hasta alcanzar un $pH: 3,8$, el tiempo de vida útil de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, en refrigeración ($T = 4^\circ C$) son 43 días, en refrigeración ($T = 10^\circ C$) son 15 días y a temperatura ambiente ($T = 24^\circ C$) son 6 días.

4.15.1.1.1 Resultados del DBCA

Se realizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) a través del Minitab 17, con el fin de comprobar el efecto de los tres tipos de temperaturas (4,10 y 24°C) en relación a los datos obtenidos en la medición de pH. Véase Tabla 44.

Primero se procedió a validar los supuestos de normalidad de los errores y homogeneidad de varianza requisitos indispensables para utilizar el DBCA. Véase Anexo 21.

En el análisis de normalidad de los errores, se obtuvo un AD igual a 0,553, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,144, el cual es mayor al nivel de significancia (0,05) concluyendo que los errores se distribuyen normalmente.

En el análisis de homogeneidad de varianza, se obtuvo que el estadístico de prueba de Bartlett es igual a 2,88, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,237, el cual es mayor al nivel de significancia (0,05). Cumpliendo con el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Dado que se cumplió con los supuestos de normalidad de errores y homogeneidad de varianzas, se procedió a estudiar el modelo DBCA para las mediciones del pH.

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Hipótesis para el Tratamiento:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ (Las temperaturas en las que fueron sometidos el pH no afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

$H_1: \text{Al menos un } \tau_i \text{ es diferente, para } i = 1,2,3.$ (Las temperaturas en las que fueron sometidos el pH afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

Hipótesis para el Bloque:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_{16}$ (El tiempo de vida útil en las que fueron sometidos el pH no afecta a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

$H_1: \text{Al menos un } \beta \text{ es diferente, para } i = 1, 2, 3, \dots, 16.$ (El tiempo de vida útil en las que fueron sometidos el pH afecta a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

Nivel de significancia: 5%.

En la Figura 22, se observan los resultados del DBCA obtenidos entre el tiempo de vida útil y el pH del producto final en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
DIAL	15	0.44968	0.029978	8.22	0.000
T1	2	0.45617	0.228083	62.52	0.000
Error	21	0.07662	0.003648		
Total	38	0.87419			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0604021	91.24%	84.14%	71.40%

Figura 22. Resultados DBCA de los resultados de las mediciones de pH

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

Para la hipótesis del tratamiento, se obtiene que el estadístico de prueba de F es igual a 62,52, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,000, el cual es menor al nivel de significancia (0,05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que define que al menos un promedio es diferente. Por lo tanto, las temperaturas en las que fueron sometidos el pH si afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y

guanábana. Para la hipótesis de los bloques, se obtiene que el estadístico de prueba de F es igual a 8,22, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,000, el cual es menor al nivel de significancia (0,05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que define que al menos un promedio es diferente.

Por lo tanto, el tiempo de vida útil en las que fueron sometidos el pH si afectan a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana. Con ello se puede determinar que las temperaturas en las que fueron sometidos el pH afectan en el tiempo de vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana. Además, el modelo posee un R^2 ajustado igual a 84,14%, lo cual indica que las variables independientes explican en gran medida la variabilidad de la variable dependiente. Para validar que Tratamiento es el diferente, se realiza el análisis de Tukey.

Hipótesis:

$$H_0: \tau_i = \tau_j$$

$$H_1: \tau_i \neq \tau_j$$

Nivel de significancia: 5%.

En la Figura 23, se observan los resultados del análisis Tukey obtenidos entre el tiempo y el pH del producto final en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

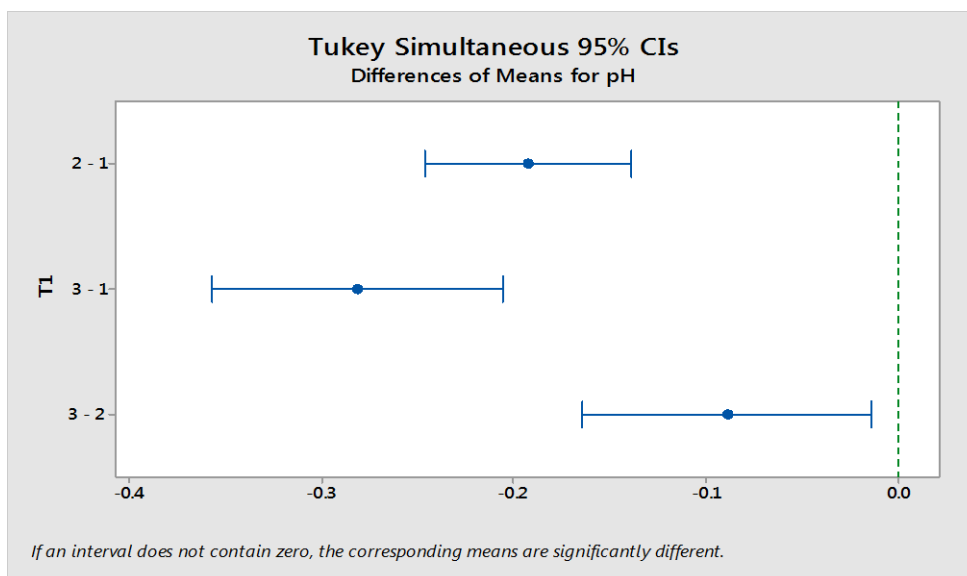


Figura 23. Resultados del análisis de Tukey de las mediciones de pH.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

En la Figura 24, se observa que los tres tratamientos son totalmente diferentes, siendo la temperatura 4°C la que presenta mayor promedio, en comparación de las temperaturas 10°C y 24°C.

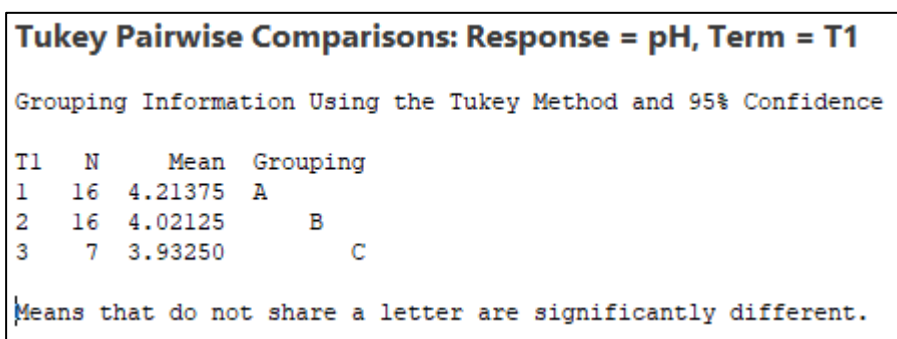


Figura 24. Resultados de la comparación de muestras por Tratamiento por la medida de Tukey de las mediciones de pH.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

Concluyendo que la temperatura 4°C tiene menor efecto en el cambio de pH por comportarse de forma inversa en la pérdida de la calidad del producto, a comparación de las otras temperaturas (10°C y 24°C).

4.15.1.2 Cinética de acidez

El análisis de acidez (% ácido láctico), se realizó por el Método Titulable según la norma A.O.A.C. 942.15 (2016), durante 15 días. Se consideró un rango de acidez (ácido láctico) de 0,6 a 1,5%; según la NTP 202.092 (2014) para la leche y productos lácteos, con el objetivo de que la bebida fermentada cumpla con los requisitos fisicoquímicos de un yogur.

En la Tabla 47, se registran los resultados obtenidos en las mediciones de acidez de forma diaria.

Tabla 47

Resultados de las mediciones de acidez

DIA	ACIDEZ (T1: 4°C)	ACIDEZ (T2: 10°C)	ACIDEZ (T3:24°C)
0	1,35	1,35	1,35
1	1,35	1,39	1,43
2	1,38	1,40	1,45
3	1,39	1,43	1,48
4	1,39	1,45	1,49
5	1,39	1,45	1,50
6	1,39	1,45	1,55
7	1,39	1,45	----
8	1,40	1,48	----
9	1,40	1,48	----
10	1,43	1,49	----
11	1,43	1,50	----
12	1,43	1,52	----
13	1,43	----	----
14	1,43	----	----
15	1,43	----	----

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los resultados de acidez demuestran una tendencia incremento de acidificación del producto en todas las temperaturas de almacenamiento, finalizando los días de evaluación

En la Figura 25, se observa el empleo de la ecuación de orden entre el tiempo y la acidez del producto final obtenido en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

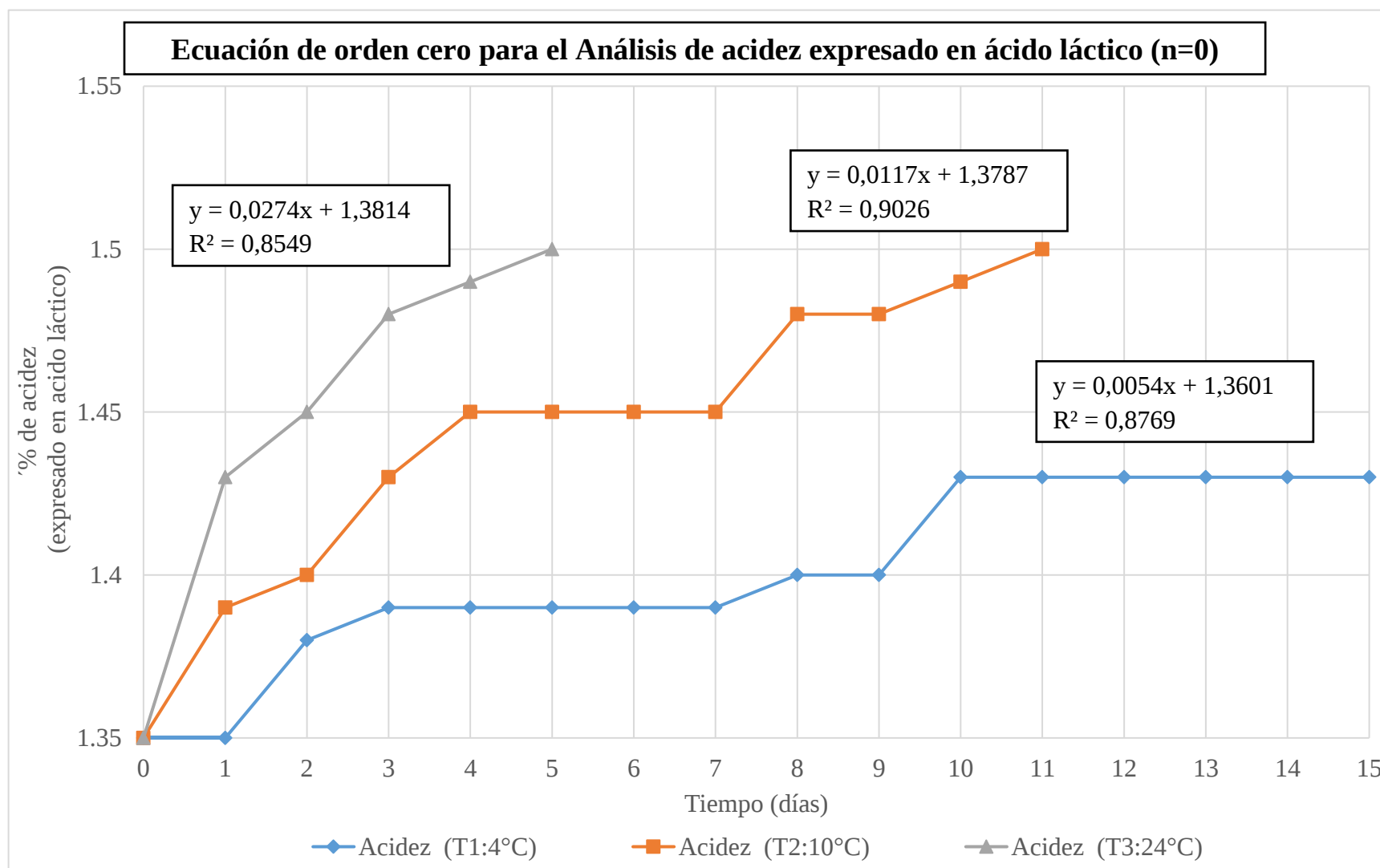


Figura 25. Cinética de Acidez (expresado en ácido láctico) a diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

Fuente: Elaboración propia (2018).

Se obtuvo la siguiente ecuación: $A = (A_0) \pm K(t)$, para cada T° de almacenamiento (4°C , 10°C y 24°C). Presentando diferentes coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$). Véase Tabla 48.

Tabla 48

Resultados de los coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$), con respecto a la Acidez (expresado en ácido láctico).

T1: 4°C	T2: 10°C	T3: 24°C
A=1,3601	A=1,3787	A=1,3814
B=0,0054	B=0,0117	B=0,0274
R=0,9364	R=0,9501	R=0,9246

Fuente: Elaboración propia (2018).

Sabiendo que $K=B$ y considerando un % de acidez (expresado en ácido láctico) 1,5 como valor mínimo aceptable en la ecuación lineal, se obtuvo los diferentes tiempos de vida útil para cada T° de almacenamiento (4°C , 10°C y 24°C). Véase Tabla 49.

Tabla 49

Resultados del tiempo de vida útil de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$), con respecto a la acidez

T1: 4°C	T2: 10°C	T3: 24°C
$1,5 = 0,0054 t + 1,3601$ $t = 25,91 \approx 26$ días	$1,5 = 0,0117 t + 1,3787$ $t = 10,37 \approx 10$ días	$1,5 = 0,0274 t + 1,3814$ $t = 4,33 \approx 4$ días

Fuente: Elaboración propia (2018).

En base a los resultados obtenidos, se concluyó que hasta alcanzar un % de acidez (expresado en ácido láctico) 1,5%, el tiempo de vida útil de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, en refrigeración ($T = 4^\circ\text{C}$) son 26 días, en refrigeración ($T = 10^\circ\text{C}$) son 10 días y a temperatura ambiente ($T = 24^\circ\text{C}$) son 4 días.

4.15.1.2.1 Resultados del DBCA

Se realizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) a través del Minitab 17, con el fin de comprobar el efecto de los tres tipos de temperaturas (4,10 y 24°C) en relación a los datos obtenidos en la medición de acidez. Véase Tabla 47.

Primero se procedió a validar los supuestos de normalidad de los errores y homogeneidad de varianza requisitos indispensables para utilizar el DBCA. Véase Anexo 22.

En el análisis de normalidad de los errores, se obtiene un AD es igual a 0,730, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,052, el cual es mayor al nivel de significancia (0,05) concluyendo que los errores se distribuyen normalmente.

En el análisis de homogeneidad de varianza, se obtuvo que el estadístico de prueba de Bartlett es igual a 5,28, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,071, el cual es mayor al nivel de significancia (0,05). Cumpliendo con el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Dado que se cumplió con los supuestos de normalidad de errores y homogeneidad de varianzas, se procedió a estudiar el modelo DBCA para las mediciones de la acidez.

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Hipótesis para el Tratamiento:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ (Las temperaturas en las que fueron sometidas la Acidez no afectan en el en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

$H_1: \text{Al menos un } \tau_i \text{ es diferente, para } i = 1,2,3.$ (Las temperaturas en las que fueron sometidas la Acidez afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana).

Hipótesis para el Bloque:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_{16}$ (El tiempo de vida útil en las que fueron sometidas la Acidez no afecta a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

H_1 : Al menos un β es diferente, para $i = 1, 2, 3, \dots, 16$. (El tiempo de vida útil en las que fueron sometidas la Acidez afecta a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

Nivel de significancia: 5%.

En la Figura 26, se observan los resultados del DBCA obtenidos entre el tiempo de vida útil y la acidez del producto final en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
DIA2	15	0.059309	0.003954	9.98	0.000
T2	2	0.044037	0.022018	55.59	0.000
Error	18	0.007130	0.000396		
Total	35	0.095097			

Model Summary				
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0.0199021	92.50%	85.42%	*

Figura 26. Resultados DBCA de los resultados de las mediciones de acidez

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

Para la hipótesis del tratamiento, se obtiene que el estadístico de prueba de F es igual a 55,59, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,000, el cual es menor al nivel de significancia (0,05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que define que al menos un promedio es diferente. Por lo tanto, las temperaturas en las que fueron sometidas la Acidez afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana.

Para la hipótesis de los bloques, se obtiene que el estadístico de prueba de F es igual a 9,98, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,000, el cual es menor al nivel de significancia (0,05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que define

que al menos un promedio es diferente. Por lo tanto, el tiempo de vida útil en las que fueron sometidas la Acidez afectan a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana.

Con ello se puede determinar que las temperaturas en las que fueron sometidas la Acidez afectan en el tiempo de vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana.

Además, el modelo posee un R^2 ajustado igual a 85,42%, lo cual indica que las variables independientes explican en gran medida la variabilidad de la variable dependiente.

Para validar que Tratamiento es el diferente, se realiza el análisis de Tukey.

Hipótesis:

$$H_0: \tau_i = \tau_j$$

$$H_1: \tau_i \neq \tau_j$$

Nivel de significancia: 5%.

En la Figura 27, se observan los resultados del análisis Tukey obtenidos entre el tiempo y la acidez del producto final en las diferentes T° de almacenamiento (4°C , 10°C y 24°C).

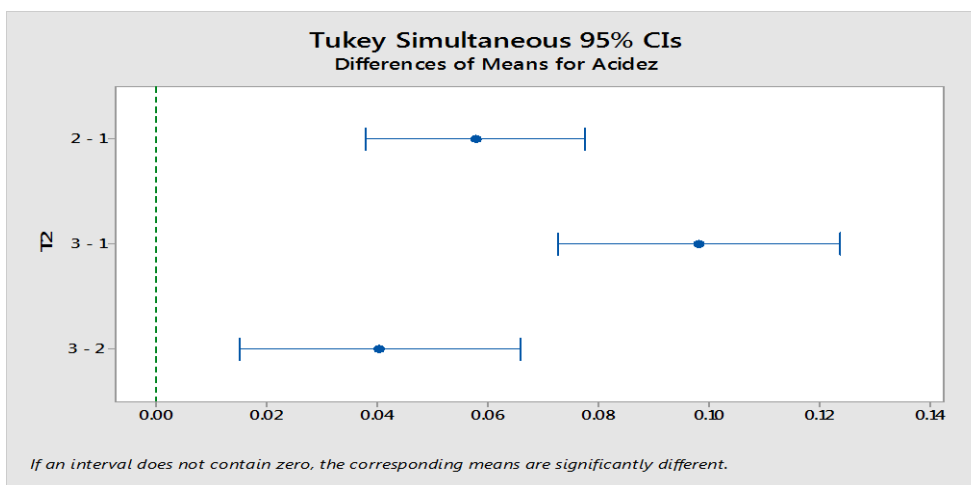


Figura 27. Resultados del análisis de Tukey de las mediciones de acidez.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

En la Figura 28, se observa que los tres tratamientos son totalmente diferentes, siendo la temperatura 24°C la que presenta mayor promedio, en comparación de las temperaturas 4°C y 10°C.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = Acidez, Term = T2			
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence			
T2	N	Mean	Grouping
3	7	1.49688	A
2	13	1.45644	B
1	16	1.39875	C
Means that do not share a letter are significantly different.			

Figura 28. Resultados de la comparación de muestras por Tratamiento por la medida de Tukey de las mediciones de acidez.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

Concluyendo que la temperatura 24°C tiene mayor efecto en el cambio de acidez por comportarse de forma directa a comparación de las otras temperaturas (4°C y 10°C).

4.15.2 Resultado del análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron al inicio de la evaluación y finalizó cuando la muestra presento una pérdida significativa en su calidad en relación directa con el pH y acidez; con respecto a cada temperatura de almacenamiento (4°C, 10° y 24°C) durante 15 días. Estos fueron realizados por el Laboratorio Incerlab Perú.

Al inicio de la evaluación (Día 0), se realizó el análisis de los criterios microbiológicos considerados para Leches Fermentadas y Acidificadas por la RM 591-2008/MINSA, resultando valores dentro de los límites máximos permitidos.

En la Tabla 50, se registra el resultado inicial obtenido en el análisis microbiológico del producto final.

Tabla 50

Resultados de los Informes de Ensayo del análisis inicial

Criterio microbiológico	Análisis inicial Día 0
Aerobios mesófilos (UFC/ g)	4x10 ⁹
Coliformes (NMP/g)	<3
Mohos (UFC/ml)	<10
Levaduras (UFC/ml)	<10

Fuente: Laboratorio Incerlab (2018).

El día final de la evaluación en las diferentes temperaturas de almacenamiento, se determinó según los resultados obtenidos en la medición de pH y acidez, presentando un tiempo de vida útil para la T°: 24°C de 4 días; T°:10°C de 10 días y T°:4°C de 26 días, sin embargo para esta última temperatura por tema de evaluación se realizó a los 15 días. Véase Anexos 27,28 y 29.

En la Tabla 51, se registran los resultados finales obtenidos en el análisis microbiológico del producto final en base a las T° de almacenamiento (24°C, 10°C y 4°C).

Tabla 51

Resultados de los Informes de Ensayo del análisis final

Criterio microbiológico	Análisis final de la diferentes temperaturas de almacenamiento		
	T3 (24°C) Día 4	T2 (10°C) Día 10	T1 (4°C) Día 15
Aerobios mesófilos (UFC/ g)	1 x 10 ¹⁰	9x10 ⁹	7x10 ⁹
Coliformes (NMP/g)	<3	<3	<3
Mohos (UFC/ml)	<10	<10	<10
Levaduras (UFC/ml)	<10	<10	<10

Fuente: Laboratorio Incerlab (2018).

El crecimiento microbiológico durante el tiempo de evaluación (15 días), no evidencio un crecimiento exponencial de los coliformes, mohos y levaduras en la bebida.

Solo se evidencio el crecimiento de las bacterias aerobios mesófilos en todas las temperaturas de almacenamientos durante el tiempo de evaluación.

4.15.2.1 Cinética de crecimiento de las Bacterias aerobios mesófilos

Según la RM 591-2008 para Leches Fermentadas y Acidificadas, no presenta como criterio microbiológico las Bacterias aerobios mesófilos, porque en las bebidas fermentadas parte de las bacterias lácticas pueden ser reportados como estas bacterias y los microorganismos improprios no pueden diferenciarse de la microflora normal. Pero al presentar una gran población de bacterias aerobios mesófilos disminuye el tiempo de vida útil y nos sirve como un indicador de inocuidad (MINSA, 2008).

En la Tabla 52, se aprecian los resultados, donde a temperatura almacenamiento T3 (24°C) en 4 días presenta 10×10^9 UFC/ml, T2 (10°C) en 10 días presenta 9×10^9 UFC/ml y T1(4°C) en 15 días presenta 7×10^9 UFC/ml.

Tabla 52
Resultados del recuento de las Bacterias aerobios mesófilos

Recuento de las Bacterias aerobios mesófilos			
Días	T3 (24°C) Día 4	T2 (10°C) Día 10	T1 (4°C) Día 15
0	4×10^9	4×10^9	4×10^9
4	1×10^{10}		
10		9×10^9	
15			7×10^9

Fuente: Laboratorio Incerlab (2018).

En la Figura 29, se observan el crecimiento exponencial de los recuentos de los aerobios mesófilos obtenidos en el producto final en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

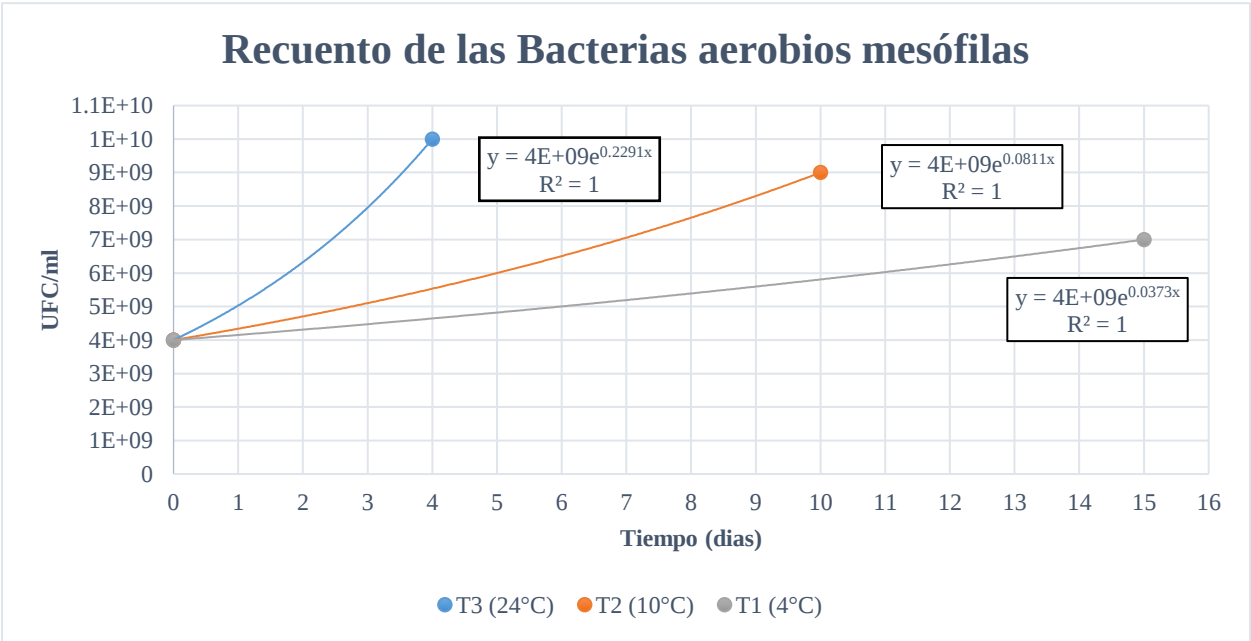


Figura 29. Crecimiento exponencial de los aerobios mesófilos a T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).
Fuente: Elaboración propia (2018).

Las curvas de la cinética del crecimiento microbiano presento una relación directa con la temperatura, donde a mayor temperatura mayor crecimiento, mayor deterioro y menor tiempo de vida útil.

Esto se evidenció por la constante de velocidad de cada curva (K).

Donde:

- $K (24^{\circ}\text{C}) = 0,2291$
- $K (10^{\circ}\text{C}) = 0,0811$
- $K (4^{\circ}\text{C}) = 0,0373$

La velocidad de crecimiento de los aerobios mesófilos a 24°C es mayor a comparación del crecimiento a 10°C y 4°C .

4.15.3 Resultado del análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó diariamente, hasta observar cambios indeseables en el producto, por el aumento de bacterias contaminantes y reacciones fisicoquímicas; con respecto a las temperaturas de almacenamiento (4 ° C, 10 ° y 24 ° C) durante 15 días.

Se evaluó a 5 jueces entrenados los siguientes atributos del producto: color, olor, sabor y textura a través de una prueba de aceptación. Véase Anexo 13.

En la Tabla 53, se detalla la escala graduada de 9 puntos utilizada en la prueba de aceptación del atributo “textura”.

Tabla 53

Escala de evaluación de la prueba de aceptación

Escala	Equivalencia
Me gusta extremadamente	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

Fuente: Elaboración propia (2018).

Se estableció el puntaje 5 (Ni me gusta ni me disgusta), como valor mínimo de aceptación, con el fin de determinar la vida del producto a nivel de calidad sensorial.

En la Tabla 54, se registran los resultados obtenidos en los puntajes promedio de la calidad sensorial de forma diaria.

Tabla 54

Resultados de los puntajes promedios de la calidad sensorial

DIA	T1 (4°C)	T2 (10°C)	T3 (24°C)
0	7	8	8
1	7	7	7
2	7	7	6
3	7	7	5
4	7	7	4
5	6	6	3
6	6	5	----
7	6	5	----
8	6	5	----
9	6	4	----
10	6	4	----
11	6	----	----
12	6	----	----
13	6	----	----
14	6	----	----
15	6	----	----

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, presento un puntaje 6 a los 15 días de evaluación a la temperatura de refrigeración de 4°C, manteniéndose aun aceptable para el panel de jueces entrenados, similares a los datos reportados por Jiménez, Pérez, Ozuna y Abraham (2018) que al realizar el análisis sensorial de la bebida de mango a base de suero de leche, esta se mantuvo aceptable a los 18 días a la temperatura de refrigeración de 4°C. Esto puede deberse a la combinación de la acidez propia de la bebida que inhibe el crecimiento microbiano y la temperatura controlada de refrigeración de 4°C.

En la Figura 30, se observa el empleo de la ecuación de orden cero entre el tiempo y la variación promedio de la calidad del producto final obtenido en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

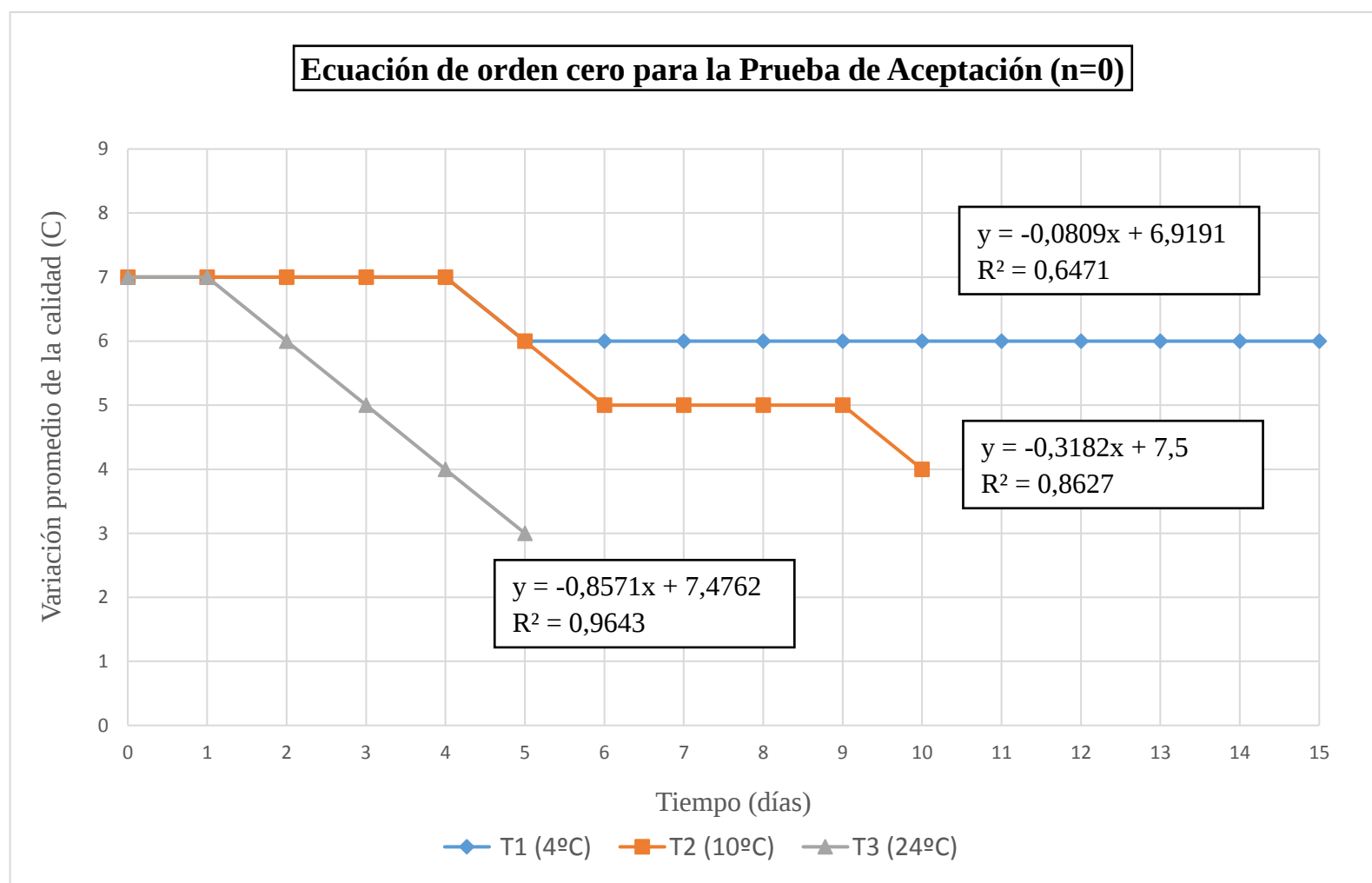


Figura 30. Cinética de variación de la calidad a diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

Fuente: Elaboración propia (2018).

Se obtuvo la siguiente ecuación: $(C) = (Co) \pm K(t)$, para cada T° de almacenamiento (4°C , 10°C y 24°C). Presentando diferentes coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$). Véase Tabla 55.

Tabla 55

Resultados de los coeficientes de correlación de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$), con respecto a la calidad sensorial

T1: 4°C	T2: 10°C	T3: 24°C
A=6,9191	A=7,5	A=7,4762
B=-0,0809	B=-0,3182	B=-0,8571
R=0,8044	R=0,9288	R=0,9820

Fuente: Elaboración propia (2018).

Sabiendo que $K=B$ y considerando el puntaje 5 como valor máximo aceptable en la ecuación lineal, se obtuvo los diferentes tiempos de vida útil para cada T° de almacenamiento (4°C , 10°C y 24°C). Véase Tabla 56.

Tabla 56

Resultados del tiempo de vida útil de la ecuación linealizada en el orden de la reacción ($n=0$), con respecto a la calidad sensorial

T1: 4°C	T2: 10°C	T3: 24°C
$5 = -0,0809 t + 6,9191$ $t = 23,72 \approx 24$	$5 = -0,3182 t + 7,5$ $t = 7,86 \approx 8$	$5 = -0,8571 t + 7,4762$ $t = 2,89 \approx 3$

Fuente: Elaboración propia (2018).

En base a los resultados obtenidos, se concluyó que hasta alcanzar un puntaje 5 (Ni me gusta ni me disgusta), el tiempo de vida útil de la Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana en:

- El producto almacenado a T3 (24°C) presento 3 días de vida útil. La cual se evidencio por el incremento significativo de acidez en el producto y cambio en el aroma, originado por el incremento aerobios mesófilos.
- El producto almacenado a T2 (10°C) presento 8 días de vida útil. La cual se evidencio por un ligero cambio en el aroma semejándose a una leche agria y la presencia grumos en la textura.
- En producto almacenado a T1 (4°C) presento 24 días de vida útil. La cual se evidencio que hasta el día final de la evaluación (Día 15), presento formación de pequeños grumos, manteniendo un puntaje de 6.

4.15.1.3.1 Resultados del DBCA

Se realizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) a través del Minitab 17, con el fin de comprobar el efecto de los tres tipos de temperaturas (4,10 y 24°C) en relación a los datos obtenidos en las mediciones de la calidad sensorial. Véase Tabla 53.

Primero se procedió a validar los supuestos de normalidad de los errores y homogeneidad de varianza requisitos indispensables para utilizar el DBCA. Véase Anexo 23.

En el análisis de normalidad de los errores, se obtuvo AD es igual a 0,389, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,365, el cual es mayor al nivel de significancia (0,05) concluyendo que los errores se distribuyen normalmente.

En el análisis de homogeneidad de varianza, se obtuvo que el estadístico de prueba de Bartlett es igual a 4,23, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,120, el cual es mayor al nivel de significancia (0,05). Cumpliendo con el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Dado que se cumplió con los supuestos de normalidad de errores y homogeneidad de varianzas, se procedió a estudiar el modelo DBCA para las mediciones de la calidad sensorial.

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Hipótesis para el Tratamiento:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ (Las temperaturas en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial no afectan en el en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

$H_1: \text{Al menos un } \tau_i \text{ es diferente, para } i = 1, 2, 3.$ (Las temperaturas en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

Hipótesis para el Bloque:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_{16}$ (El tiempo de vida útil en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial no afecta a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

$H_1: \text{Al menos un } \beta \text{ es diferente, para } i = 1, 2, 3, \dots, 16.$ (El tiempo de vida útil en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial afecta a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana)

Nivel de significancia: 5%.

En la Figura 31, se observan los resultados del DBCA obtenidos entre el tiempo y el puntaje promedio de la evaluación sensorial del producto final en las diferentes T° de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
DIA3	15	28.011	1.8674	2.37	0.043
T3	2	9.664	4.8321	6.12	0.011
Error	15	11.836	0.7891		
Total	32	42.970			

Model Summary				
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
0.888289	72.46%	41.24%		*

Figura 31. Resultados DBCA de los resultados del puntaje promedio de la Calidad Sensorial.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

Para la hipótesis del tratamiento, se obtiene que el estadístico de prueba de F es igual a 6,12, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,043, el cual es menor al nivel de significancia (0.05).

Con ello, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que define que al menos un promedio es diferente. Por lo tanto, las temperaturas en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial afectan en la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana.

Para la hipótesis de los bloques, se obtiene que el estadístico de prueba de F es igual a 2,37, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0,011, el cual es menor al nivel de significancia (0.05).

Con ello, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que define que al menos un promedio es diferente. Por lo tanto, el tiempo de vida útil en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial afectan a la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana.

Con ello se puede determinar que las temperaturas en las que fueron sometidas la Calidad Sensorial afectan en el tiempo de vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana.

Además, el modelo posee un R^2 ajustado igual a 41,24%, lo cual indica que las variables independientes explican medianamente la variabilidad de la variable dependiente.

Para validar que Tratamiento es el diferente, se realiza el análisis de Tukey.

Hipótesis:

$$H_0: \tau_i = \tau_j$$

$$H_1: \tau_i \neq \tau_j$$

Nivel de significancia: 5%.

En la Figura 32, se observan los resultados del análisis Tukey obtenidos entre el tiempo y el puntaje promedio de la evaluación sensorial del producto final en las diferentes T° de almacenamiento de almacenamiento (4°C, 10°C y 24°C).

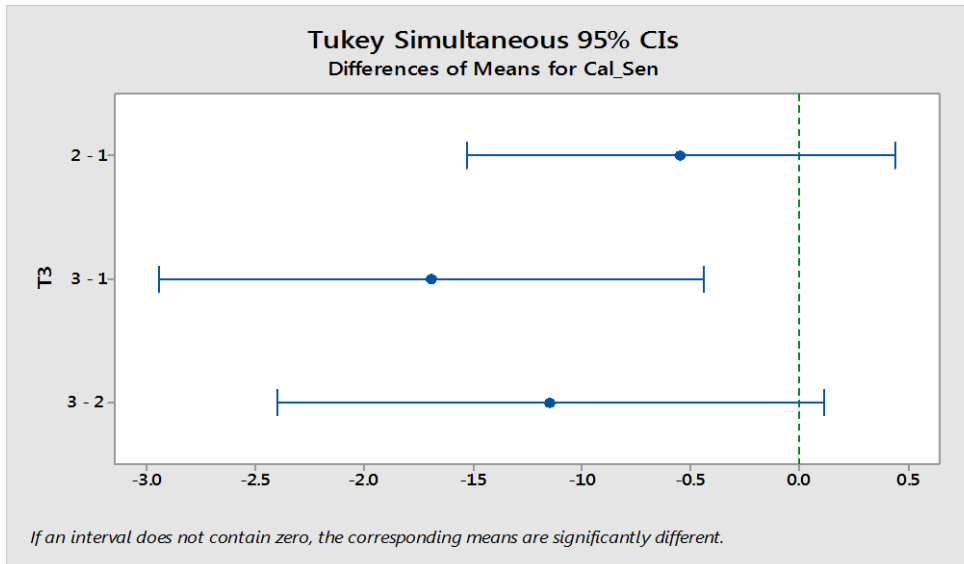


Figura 32. Resultados del análisis de Tukey de las mediciones de Calidad Sensorial.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

En la Figura 33, se observa que hay dos grupos de dos tratamientos, o sea que las temperaturas 4°C y 10°C estadísticamente son iguales y las temperaturas 10°C y 24°C también son estadísticamente iguales.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = Cal_Sen, Term = T3				
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence				
T3	N	Mean	Grouping	
1	16	6.31250	A	
2	11	5.76705	A	B
3	6	4.62311		B
Means that do not share a letter are significantly different.				

Figura 33. Resultados de la comparación de muestras por Tratamiento por la medida de Tukey de las mediciones de Calidad Sensorial.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

Concluyendo que la temperatura 4°C presenta un menor efecto por comportarse de forma inversa en la pérdida de la calidad a comparación de las otras temperaturas (10°C y 24°C). Sin embargo la temperatura 10°C presenta un comportamiento viceversa como menor o mayor efecto.

CAPITULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de lactosuero presento un contenido de proteínas 0,73% coincidiendo con los aportes de Muñi *et al.* (2005); Londoño (2006) y Panesar *et al.* (2007), que reportan un contenido de proteínas solubles (0,6-0,8% p/v). Sin embargo el contenido de grasa obtenido fue 0,72% encontrándose por encima del valor reportado de lípidos (0,4-0,5% p/v), esto se debe a que la leche utilizada para la elaboración de quesos no ingreso por la descremadora la cual es un equipo que le permite reducir los glóbulos de grasa, utilizando la leche de forma entera para su producción.

Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico del lactosuero presentaron valores de Levaduras (2×10 ufc/ml) y Mohos (< 1 Est ufc/ml) por debajo de los límites microbiológicos establecido por MINSA (2008) para las “Leches Fermentadas y Acidificadas”, de Mohos (m: 10, M: 10^2) y Levaduras (m: 10, M: 10^2), y un valor aceptable de Coliformes (40 ufc/ml) encontrándose dentro de los límites establecidos de Coliformes (m: 10, M: 10^2). Concluyendo que la muestra de lactosuero utilizado para la elaboración de la bebida fermentada, fue seguro e inocuo.

Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico del lactosuero presento un valor de Acidez (0,14 g/100g expresado en ácido láctico) coincidiendo con el rango establecido por Villegas (2004) que para un lactosuero dulce presenta una acidez de 0.14% a 0.18% expresado en ácido láctico. El valor de pH (6,17) obtenido coincidió con el rango establecido por los autores Spreer (1991) y Ludeña (2001) que presentan un pH de 5.8 a 6 para el lactosuero dulce. Concluyendo que la muestra experimental de lactosuero utilizado en la investigación es de tipo dulce.

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial del lactosuero presento en los atributos Color: Amarillo pálido y Textura: Liquida, coincidiendo con el dato reportado por Álvarez (2013) que establece características sensoriales en los atributos de Color: Buena (Amarillo pálido) y Textura

o Consistencia: Liquida. Sin embargo, en los resultados obtenido en los atributos Olor: sui generis al olor del queso con un aroma agradable y Sabor: suavemente dulce, resultaron cercanos a lo reportado por el mismo autor con los atributos Sabor: Aceptable (moderadamente dulce) y Aroma (medianamente aromático).

El valor promedio obtenido de acidez expresado en ácido cítrico de la muestra de la pulpa de guanábana resulto 0,57%, superior al valor promedio de 0,48 reportado por Ojeda *et al* (2007) y cercano al valor promedio de 0,59% por Ramírez *et al* (2012).

El valor promedio de pH de la muestra de la pulpa de guanábana resulto 3,71; encontrándose dentro del rango de pH: 2,6 – 5,8 reportado por Escoda y Bravo (1991), cercano al valor promedio de pH: 3,76 por Ramírez *et al* (2012) y valor promedio de pH: 4 por Ojeda *et al* (2007).

El valor promedio obtenido de Solidos Solubles en la muestra de la pulpa de guanábana resulto 16,25%; coincidiendo con el valor promedio de 16,2% por Ojeda *et al* (2007), cercano al valor promedio de 15,0% por Onimawo (2002) y dentro del rango de 13 – 24% establecido por Moreira *et al* (2016), característicos de frutas para la venta directa al consumidor.

Hernández-Briz (1969), afirma la importancia de la madurez de la fruta en la preparación de mermeladas; en la cual las frutas ligeramente verdes proporcionan cantidades suficientes de ácido y sustancias pépticas, mientras que las frutas maduras incorporan su aroma y sabor característicos, dando más fluidez a la masa; por ello, para obtener una buena mermelada se deben elegir, a partes iguales, frutas ligeramente verdes y frutas maduras. A partir de ello se determinó el índice de madurez de las frutas de guanábana seleccionadas resultando un valor promedio de 28,42; cercano al valor promedio de 31,38% por Ojeda *et al* (2007), en las guanábanas de la misma variedad obtenidos de centros frutícolas para la venta al consumidor.

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial de la pulpa de guanábana presento lo siguientes atributos, Aroma: Aromático, Color externo (cáscara): verde oscuro. Color interno (pulpa): blanca suavemente amarilla, sabor: Dulce y consistencia: Viscosas moderadamente fibrosa, coincidiendo con los datos reportados por Arango (1975) y Méndez (2003), que establecen las características sensoriales de la guanábana en los siguientes atributos de Aroma: Aromático, Color externo (cáscara): Verdoso, Color interno (pulpa): blanca suavemente amarilla, Consistencia: viscosa y Sabor: dulce.

El valor promedio de los sólidos solubles de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh resulto 64,40%, encontrándose dentro del rango reportado por la CODEX STAN 296 (2009) para las Confituras, Jaleas y Mermeladas que establecen un porcentaje de solidos solubles entre 60 - 65% o superior para las Mermeladas agrios.

El valor promedio de pH de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh resulto 3,5, encontrándose dentro del rango reportado por Coronado y Hilario (2001) donde establece un pH final de 3,3 – 3,75, para las mermeladas con el fin de garantizar la conservación del producto.

El valor promedio de acidez de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh resulto 0,17% de ácido cítrico para una mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh, coincidiendo con el valor reportado por Jiménez (2016), de 0,175% de ácido cítrico para una mermelada natural a base de guanábana.

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial de la mermelada de (*Annona muricata*) guanábana y harina de tocosh, con respecto al atributo de la Consistencia: Gel suave y con presencia de fruta, coincidió con el dato reportado por HBS-Delli (2015), que establece

características sensoriales de la mermelada de guanábana, con un atributo de Aspecto: gel de consistencia suave con presencia de fruta. Sin embargo en los atributos Sabor, Olor y Color presentaron características sensoriales alejadas, ya que para esta muestra experimental estuvo influenciado por las características físicas de la harina de tocosh.

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana presento un contenido de grasa de 2,29g., coincidiendo con los datos reportados por la NTP 202.092 (2014) para Leche y Productos Lácteos, que establecen un contenido de grasa de 0,6 – 2,9 g/100g., para un yogur parcialmente descremado. Concluyendo que la bebida fermentada a base de suero lácteo se encuentra en la categoría de un tipo de yogur parcialmente descremado.

Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, presentaron valores de Coliformes (<3 NMP/ml), Levaduras (<10 ufc/ml) y Mohos (<10 ufc/ml) por debajo de los límites microbiológicos establecido por MINSA (2008) para las “Leches Fermentadas y Acidificadas”, de Coliformes (m: 10, M: 10²), Mohos (m: 10, M: 10²) y Levaduras (m: 10, M: 10²), asegurando la inocuidad del producto final para el consumidor.

El valor promedio de acidez de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana resulto 1,35% expresado en ácido láctico; encontrándose dentro del rango reportado por NTP 202.092 (2014) para Leche y Productos Lácteos, que establecen un rango de acidez de 0,6-1,5% expresado en ácido láctico para un yogur parcialmente descremado. El valor promedio de pH de la muestra experimental resulto de 4,3; encontrándose dentro del rango reportado por Teuber (1995) donde establece un pH de 4 – 4,5 característico del yogur. Comparando los valores obtenido con los resultados reportados por

autores que elaboraron bebidas fermentadas a partir de suero láctico, el valor de pH: 4,3 obtenido en la muestra experimental, se encontró dentro del rango de pH: 4,30 a 4,45 por Londoño y Marciales (1999) y cercano al pH: 4,36 por Miranda *et al.* (2014).

La vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana a temperatura de 4°C en refrigeración resulto 24 días, superior a lo reportado por Rodríguez y Hernández (2016) que determinaron la vida útil de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de Aloe vera y pulpa de fruta a temperatura de refrigeración de 4°C resultando 21 días. Al igual que lo reportado por Marulanda (2012) que determinaron la vida útil una bebida tipo yogurth a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* y *Lactobacillus casei ssp casei* a temperatura de refrigeración de 4°C resultando 15 días. Esto se debe a la composición funcional de los ingredientes utilizados en la investigación como la harina de tocosh que actúa como un bio conservante y la guanábana que actúa como un antioxidante natural. Sin embargo, la ecuación lineal de orden cero resulto similar al comportamiento lineal reportado por los autores por el aumento del ácido láctico y el descenso del pH con relación al tiempo.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

- El tiempo de vida útil de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, resulto a las temperaturas de refrigeración de 4°C un tiempo de 24 días, a 10°C un tiempo de 8 días, y a temperatura ambiente de 24°C un tiempo de 3 días.
- La formulación con mayor aceptación sensorial para la elaboración de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana fue el T5 presentando los siguientes ingredientes: bebida fermentada (tipo base de yogur) 82%, pulpa de guanábana 8,15%, azúcar blanca 8,15%, harina de tocosh 0,81%, agua 0,82%, pectina 0,04% y ácido cítrico 0,03%.
- La caracterización química proximal de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, presento un contenido de Carbohidrato de 16,17%; Cenizas 0,88%; Grasa 2,29%; Humedad 78,25% y Proteínas 2,41%.
- La caracterización fisicoquímica de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, presento una acidez expresado en ácido láctico de 1,35 g/100g y un pH de 4,3.
- La caracterización microbiológica de la bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana, presento ausencia de coliformes (<3 NMP/ml), mohos (<10 ufc/ml), levaduras (<10 ufc/ml) y una numeración de aerobios mesófilos (4×10^9 ufc/ml) en base a los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano de la RM 591-2008/MINSA, para el ítem de Leche Fermentadas y Acidificadas.

CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES

- Para determinar la vida útil de un alimento procesado se debe establecer los indicadores de calidad (análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y análisis sensoriales) y límites permisibles en base a las normativas relacionadas al producto así como los reportes de otros autores.
- Es necesario contar con instrumentos de medición (termómetro, balanza analítica, refractor, etc.) en buen estado y calibrados, para obtener resultados precisos y sin grandes márgenes de error.
- Es necesario contar con un panel de jueces entrenados que nos determinen la pérdida de la calidad del producto a través de pruebas sensoriales, para la determinación del tiempo de vida útil.
- Se aconseja seguir haciendo estudios del comportamiento funcional del tocosh en las bebidas fermentadas u otros productos transformados, por su actividad antibacteriana que le permite actuar como un bioconservante alimentario y su alto valor nutritivo.

CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, N. (2016). *Cultivo y explotación de guanaba o graviola*. Colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.
- Alva, S., Menéndez, A., Oropeza, M. y Vargas, T. (2010). *Guía de Practicas Cultivo de Tejidos Vegetales*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Álvarez, M. M. (2013). *Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA*. (Tesis para optar al título de Ingeniería de alimentos). Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia – Colombia.
- Amador, R. y Guzmán, J. (1982). El cultivo de guanábana. *Revista de la Asociación Bananera Nacional*. Vol. 6(16), 9-11.
- Amiot, J. (1991). *Ciencia y Tecnología de la leche*. España: Editorial Acribia. p. 547.
- AOAC Official Method 932.12 (1980). *Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 942.15A (2005). *Acidity (Titratable) of Fruit Products*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 981.12 (2005). *pH of Acidified Foods*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 905.02 (2016). *Fat in milk. Roese - Gottlieb Method*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 920.146 (2016). *Ginger Extract*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.

- AOAC Official Method 920.152 (2016). *Protein in fruit products. Kjeldahl Method*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 920.177 (2016). *Ether extract of confectionary*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 940.26 (2016). *Ash of Fruits and Fruit Products*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- AOAC Official Method 984.15 (2016). *Lactose in milk "Enzymatic method"*. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C., USA.
- Arango, T. F. (1975). La guanábana *Annona muricata* L. *Revista Esso Agrícola*. Vol. 21(2), 2 - 10.
- Baro, L., Jiménez, J., Martínez, A. y Bouza, J. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Journal Ars. Pharmaceutica*. Vol. 42(3-4), 135-145.
- Barragán, A. M. (2011). *Evaluación de procesos para la elaboración de conservas de frutos de agraz*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Bell, L. N. y Labuza, T. P. (2000). Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use. *American Association of Cereal Chemists*. Vol. 1(2), 33-56.
- Chau, A. (2003). *Utilización del Método escalonado y la distribución de Weibull en la determinación de la vida en anaquel del chorizo barrillero* (Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en la especialidad de Tecnología de alimentos). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- CODEX STAN (2009) Norma del codex para las confituras, jaleas y mermeladas. CODEX STAN 296.

- Contreras, M. A. (1999). Antecedentes sobre el origen de la papa. *Revista de la Papa*. Vol. 1(3), 2-3.
- Coronado, T. M. y Hilario, R. R. (2001). *Elaboración de Mermeladas*. Perú: Editorial CIED.
- Cristóbal, R. y Dioses, B. (2016). Actividad antibacteriana y potencial probiótico de bacterias ácido lácticas aisladas de chuño y tocosh de diferentes regiones del Perú. *Revista de la facultad de ciencias farmacéuticas y alimentarias*. Vol. 23(2), 150-151.
- Cuellas, A. y Wagner, J. (2010). Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería. *Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay*. Vol. 5, 54-55.
- Early, R. (2000). *Tecnología de los Productos Lácteos*. Zaragoza, España: Acribia, S.A.
- Escoda, A. y Bravo, R. (1991). *Industrialización de algunas frutas tropicales*. Maracaibo, Venezuela: Editorial de la Universidad del Zulia.
- Fennema, O. (2000). *Química de los alimentos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Foegeding, E. y Luck, P. (2002). *Whey protein products*. New York, USA: Academic Press.
- García, A., Esmérita, FM., Isidro, G. y Edinson, D. (2005) *Técnicas de conservación de alimentos: El Tocosh*. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- García, J. (2010). Técnicas moleculares aplicadas a la caracterización y estudio de la supervivencia de bacterias lácticas del yogur (Tesis para obtener el grado de Doctor). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España.
- García, C. A., Arrázola, G. S., Durango, A. M. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. *Tema agrario*. Vol. 15(2), 9-26.

- García, G. M., Quintero, R. R., López, M. C. (2004). *Biotecnología alimentaria*. Recuperado de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/tvolke/Biotecnologia_Alimentaria-Libro.pdf.
- Galvis, A. (1992). *Tecnología de manejo post-cosecha de frutas y hortalizas: Sección de Vegetales*. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- HBS-Delli. (2015). *Mermelada de guanábana*. Recuperado de <http://www.delli.mx/productos/alimentos/francos/produccion-mermelada-de-guanabana-francos>
- Heldman D. R. y Lund D. B. (2007). *Handbook of Food Engineering*. New York, USA: Editorial CRC Press Inc.
- Hernández-Briz, F. (1969). *Mermeladas de frutas*. Madrid, España: Publicaciones de Capacitaciones Agrarias.
- Hill, M. K. y Grieger - Block, R. (1980). Kinetic data: generation, interpretation, and use. *Food Technology*. Vol. 34(2), 56-66.
- Hough, G. y Fiszman, F. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Madrid, España: Programa CYTED.
- Humbert, G., Driou, A., Guerin, J. y Alais, C. (1980). Effets de l'homogénéisation à haute pression sur les propriétés du lait et son aptitude à la coagulation enzymatique. *Lait*. Vol. 60: 574-594.
- IFT. (1974). Shelf life of food. *Journal of food Science*. Vol. 39(1), 861.

- Inda, A. (2000). *Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de la Quesería. Una guía para la pequeña y mediana empresa*, México: Organización de los Estados Americanos (OEA).
- Jelen, P. (2003). Whey processing. *Utilization and Products*. Vol. 2739-2745.
- Jiménez, S., Pérez, L., Ozuna, C. y Abraham, R. (2018). Desarrollo y caracterización de una bebida de mango a base de suero de leche. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. 3(1), 472-476.
- Kilcast, D. y Subramanian, P. (2000). The Stability and Shelf life of food. *Food Technology*. Woodhead Publishing Limited. Vol. 1(1), 107-128
- Labuza, T. y Riboh, D. (1982). Theory and application of Arrhenius kinetics to prediction of nutrient losses in food. *Food Technology*. Vol. 36(10), 66.
- Labuza, T. y Taoukis, P. (1990). *The relationship between processing and shelf life*. Foods for the 90's. London, England: Elsevier Applied Science Publishers.
- Labuza, T. P. (1999). *Determination of the Shelf Life of Foods*. Department of Food Science and Nutrition. Minneota, USA: University of Minnesota.
- Laprade, S. (1989). Variación Estacional de Nutrientos Foliares en Guanábana (*Annona muricata* L.). *Corbana (Costa Rica)*. Vol. 15(35), 6-10.
- Lechuga, H y Salas, H. (2013). *Estudio para la instalación de una planta productora de mazamorra de tocosh con maca, quinua y leche*. Lima, Perú: Universidad de Lima.
- Lenz, M. y Lund, D. (1980). Experimental perdures for determining destruction kinetics of food components. *Food Technology*. Vol. 34(2), 51.

- Linden, G. y Lorient, D. (1996). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Liu, X. K., Chung, S. Y. y Yousef, A. (2005). Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry*. Vol. 40, 13-24.
- Londoño, M. M. y Marciales, B. N. (1999). *Viabilidad del cultivo láctico en la elaboración de una bebida fermentada utilizando suero de queso fresco*. (Tesis Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Medellín - Colombia.
- Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A. y Parra J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*. Vol. 61(1), 4409-4421.
- Londoño, M. (2006). Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Revista Perspectivas en Nutrición Humana Escuela de Nutrición y Dietética*. Vol. 16(1), 11-20.
- López, A., Morales, E., Pacheco, M. y Navarro, S. (2016). Encapsulation of soursop (*Annona muricata*) fruit pulp in calcium alginate hydrogels. *Agronomía Colombiana*. Vol. 34(1), 1315-1318.
- Ludeña, U. F. (2001). *Precipitación de las proteínas de suero de queso con quitosan, evaluación y comparación de sus propiedades funcionales con las del suero concentrado por ultrafiltración* (Tesis para optar el grado de Magister Scientiae). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

- Manrique, I. y Rosales, P. (1993) Evaluación tecnológica del tocosh. *Fundación para el desarrollo del agro*. Vol.149-50.
- Marulanda, O. M. (2012). *Elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurth a base de lactosuero dulce fermentada con Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp. Casei*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Alimentario). Universidad de Cartagena, Cartagena – Colombia.
- Marulanda, M., Granados, C. y García-Zapateiro, L. A. (2016). Análisis sensorial y estimación fisicoquímica de vida útil de una bebida tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp. Casei* *Revista Producción+Limpia*. Vol. 11(1), 94–102.
- Méndez, J. (2003). Perfil de mercado y productivo de la guanábana. Guatemala: Abt Associates Inc. 7.
- MINSA Ministerio de Salud (2008). Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria inocuidad para los alimentos y bebida de consumo humano. Recuperado de http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_14_RM_591_2008_MINSA.pdf
- MINAGRI Ministerio de Agricultura y Riego (2013). Estadística Agroindustrial 2012. Oficina de Estudios, Económicos y Estadísticos (OEEE). Lima, Perú.
- MINAGRI Ministerio de Agricultura y Riego (2017). Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. *Boletín de producción nacional de papa*, 1, 5-6.

- MINAGRI Ministerio de Agricultura y Riego (2018). Boletín Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera IV Trimestre 2017. Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). Lima, Perú.
- Miranda, O., Ponce, I., Fonseca, P. L., Cutiño, M., Lara, R. M. y Cedeño, C. (2009). Características físico-químicas de sueros de queso dulce y ácido producidos en el Combinado de quesos de Bayamo. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. Vol. 19, 6-11.
- Miranda, M. O., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Sam, L. y Martí, L. (2014). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. Vol.24 (1), 7-16.
- Monsalve, J. y González, D. (2005). Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida. *Revista Científica*. Vol. 15(6), 543-550.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2009). Tablas de composición de alimentos. *Instituto Nacional de Salud*. Recuperado de <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Moreira, R., Héctor, E., Uguña, F., Franco, F. y Rodríguez, D. (2016) Variabilidad físico-química de frutos de guanábana (*Annona Muricata* L.) de una población in situ del sur de manabí, Ecuador. *Revista Agrotecnia de Cuba*. Vol. 40(1), 34-46.
- Muñi, A., Páez, G., Faría, J., Ferrer, J. y Ramones, E. (2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *Revista Científica*. Vol. 15(4), 361-367
- Naupari, G., Arias, G. y Amarillo, A. (1993) Estudio químico bromatológico y de la actividad antimicrobiana del tocosh. *Bol Soc Quím Perú*. Vol. (2), 87-92.

- Nelson, D. L. y Cox, M. M. (2004). *Lehninger Principles of Biochemistry*. Madison, Estado Unidos: 4° Edición, Freeman & Company.
- New Zeland Food Safety Authority (2005). A guide to calculating the shelf life of foods. Wellington, New Zeland.
- NTP Norma Técnica Peruana 202.118 (1998) Leche y productos lácteos. Determinación de solidos totales. 1° Edición. Lima, Perú.
- NTP Norma Técnica Peruana 202.119 (1998) Leche y productos lácteos. Determinación de nitrógeno (total) en leche, Método de Kjeldahl. 1° Edición. Lima, Perú.
- NTP Norma Técnica Peruana 202.172 (1998) Leche y productos lácteos. Determinación de cenizas y alcalinidad de cenizas. 1° Edición. Lima, Perú.
- NTP Norma Técnica Peruana 202.187 (2000) Leche y productos lácteos. Determinación del contenido de lactosa en leche, Método volumétrico. 1° Edición. Lima, Perú.
- NTP Norma Técnica Peruana 202.092 (2014) Leche y productos lácteos. Yogurt, Requisitos. 4° Edición. Lima, Perú.
- Ochoa, T. S. (2008). *Determinación de la vida en anaquel mediante pruebas aceleradas en una crema untable elaborada a base de pulpa de aceituna (Olea europea sativa) y pimienta (Capsicum annuum)* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Alimentario). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú.
- Ojeda, G., Coronado, J., Nava, R., Sulbarán, B., Araujo, D. y Cabrera, L. (2007) Caracterización físicoquímica de la pulpa de la guanábana (*Annona muricata L.*) cultivada en el occidente de Venezuela. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*. Vol. 41(2), 151-160.

- Onimawo, I. (2002). Proximate composition and selected physicochemical properties of the seed, pulp and oil of soursop (*Annona muricata* L.). *Journal Plant Foods Hum. Nutr.* Vol. 57, 165–171.
- Ordoñez, J. (1998). *Tecnología de los alimentos*. Madrid, España: Síntesis S.A
- Parra, R. (2009). Lactosuero: Importancia en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. Vol. 62(1), 4967-4982.
- Panesar, P., Kennedy, J., Gandhi, D. and Bunko, K. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Journal Food Chemistry ol.* Vol. 105(1), 1-14.
- Pinto, J. (2013). *UF1284: Yogures, Leches Fermentadas y Pastas Untables*. Antequera, España: IC Editorial.
- Porter, J. W. G. (1981). *Leche y productos lácteos*. Madrid, España: Editorial Acribia.
- Ramírez, R., Arenas, L., Acosta, K., Yamarte, M. y Sandoval, L. (2012) Efecto del escaldado sobre la calidad nutricional de pulpa de guanábana (*Annona muricata*L.). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. Vol. 13(1), 48-57.
- Rodriguez, D. y Hernández, A. (2017). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de Aloe vera y pulpa de fruta. *Revista Tecnologia Quimica*. Vol. 37(1), 40-50.
- Saguy, I. y Karen, M. (1980). Modeling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technology*. Vol. 34 (2), 78-85.
- Sánchez, N., Sepúlveda, J. y Rojano, B. (2013). Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol. 11(1), 164-173.

- Sandoval, C. O., Lobato, C. C., Aguirre, M. E. y Vernon, C. E. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*. Vol.14, 151–159.
- Sandoval, M., Huamán, O., Oré, R., Loli, A. y Ayala, S. (2010). Efecto antioxidante y citoprotector del *Solanum tuberosum* (papa) en la mucosa gástrica de animales de experimentación. *Anales de la Facultad de Medicina*. Vol. 71(3), 147-52.
- Smithers, G. (2008). Whey and whey proteins. From “glutter to gold”. *International Dairy journal*. Vol. 18(7), 695 – 704.
- Soplin, T. H. (2015). Propagación botánica de *Annona muricata* L. “Guanabana” bajo cuatro sustratos en Iquitos – Perú (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Spreer, E. (1975). *Lactologia Industrial: Leche, Preparación y Elaboración; Maquinas, Instalación y Aparatos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Spreer E. (1991). *Lactología Industrial*. Madrid, España: Editorial Acribia S.A.
- Tetra Pak (1995). *Manual de Industrias Lácteas*. Madrid, España: Ediciones Madrid.
- Teuber, M. (1995) *The influence of fermentation on the nutritional quality of dairy products*. Food Engineering Department. United States; Ege University.
- Torres, C. J. (2003). *Determinación de la estabilidad del aceite de girasol coloreado con achiote mediante pruebas aceleradas de vida útil* (Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Valentas, K. J., Rostein, E. y Singh, R. P. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. New York, USA: CRC Press.

Veisseyre, R. (1972). *Lactología Técnica*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.

Villena, L. J. (1995). Contaminación en la industria láctea. *Anales de la academia de ciencias veterinarias de andalucia oriental*. Vol.8 (1), 13-37.

Villegas, A. (2004). *Tecnología Quesera*. México D.F., México: Trillas.

CAPÍTULO 8. ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Aceptación del atributo “Textura”

Evaluación sensorial del atributo “TEXTURA”

Apellidos y Nombres:.....

Fecha:.....

Producto: Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero.

Instrucciones:

Usted está recibiendo tres muestras codificadas al azar. Pruebe y marque con una X según el valor del grado o desagrado para el atributo del TEXTURA.

ESCALA	MUESTRAS		
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 2. Pruebas de Aceptación General

Evaluación sensorial del atributo “SABOR”**Apellidos y Nombres:**.....**Fecha:**.....**Producto:** Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.**Instrucciones:**

Usted está recibiendo tres muestras codificadas al azar. Pruebe y marque con una X según el valor del grado o desagrado para el atributo del **SABOR**.

ESCALA	MUESTRAS		
Me agrada mucho			
Me agrada moderadamente			
No me agrada, ni me desagrada			
Me desagrada moderadamente			
Me desagrada mucho			

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Evaluación sensorial del atributo “COLOR”

Apellidos y Nombres:.....

Fecha:.....

Producto: Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Instrucciones:

Usted está recibiendo tres muestras codificadas al azar. Pruebe y marque con una X según el valor del grado o desagrado para el atributo del **COLOR**.

ESCALA	MUESTRAS		
Me agrada mucho			
Me agrada moderadamente			
No me agrada, ni me desagrada			
Me desagrada moderadamente			
Me desagrada mucho			

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Evaluación sensorial del atributo “OLOR”

Apellidos y Nombres:.....

Fecha:.....

Producto: Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Instrucciones:

Usted está recibiendo tres muestras codificadas al azar. Pruebe y marque con una X según el valor del grado o desagrado para el atributo del **OLOR**.

ESCALA	MUESTRAS		
Me agrada mucho			
Me agrada moderadamente			
No me agrada, ni me desagrad			
Me desagrad moderadamente			
Me desagrad mucho			

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Prueba de aceptación del atributo “APARIENCIA GENERAL”

Apellidos y Nombres:.....

Fecha:.....

Producto: Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Instrucciones:

Usted está recibiendo tres muestras codificadas al azar. Pruebe y marque con una X según el valor del grado o desagrado para el atributo del **APARIENCIA GENERAL**.

ESCALA	MUESTRAS		
Me agrada mucho			
Me agrada moderadamente			
No me agrada, ni me desagrada			
Me desagrada moderadamente			
Me desagrada mucho			

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Evaluación sensorial del atributo “TEXTURA”

Apellidos y Nombres:.....

Fecha:.....

Producto: Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana.

Instrucciones:

Usted está recibiendo tres muestras codificadas al azar. Pruebe y marque con una X según el valor del grado o desagrado para el atributo de la **TEXTURA**.

ESCALA	MUESTRAS		
Me agrada mucho			
Me agrada moderadamente			
No me agrada, ni me desagrada			
Me desagrada moderadamente			
Me desagrada mucho			

COMENTARIOS:

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 3. Resultados de la prueba de aceptación del atributo “Textura”

PANELISTA	T1	T2	T3
1	8	1	8
2	2	5	2
3	5	4	5
4	4	9	4
5	9	4	9
6	5	7	5
7	1	1	1
8	5	9	5
9	2	7	2
10	6	9	6
11	7	7	7
12	9	2	9
13	4	3	4
14	4	6	4
15	1	7	1
16	3	9	3
17	6	2	6
18	2	2	2
19	7	5	7
20	4	5	4
21	4	9	9
22	4	6	9
23	2	8	2
24	4	1	4
25	8	7	8
26	9	4	9
27	4	9	4
28	7	5	7
29	6	8	6
30	2	6	2
TOTAL	144	167	154

Anexo 4. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Sabor”

SABOR			
PANELISTA	T4	T5	T6
1	3	4	4
2	5	3	4
3	5	5	3
4	3	4	2
5	3	4	3
6	5	4	5
7	4	4	5
8	3	3	2
9	3	4	3
10	3	5	3
11	2	4	1
12	3	3	1
13	3	4	3
14	4	4	2
15	5	5	5
16	2	4	3
17	5	3	4
18	5	4	4
19	4	4	3
20	5	3	4
21	5	3	4
22	4	4	4
23	5	4	4
24	5	4	3
25	3	5	4
26	3	3	4
27	3	5	5
28	4	5	3
29	5	4	3
30	4	5	3
TOTAL	116	120	101

Anexo 5. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Olor”

OLOR			
PANELISTA	T4	T5	T6
1	5	4	2
2	4	3	3
3	3	5	3
4	4	5	5
5	4	4	3
6	5	4	3
7	3	5	4
8	3	4	3
9	3	4	2
10	4	4	3
11	4	4	4
12	3	4	1
13	5	5	4
14	5	5	2
15	5	4	4
16	2	3	3
17	5	4	3
18	5	4	4
19	4	5	4
20	3	5	3
21	5	3	4
22	3	4	2
23	3	4	5
24	5	5	5
25	4	5	5
26	4	4	5
27	5	4	5
28	3	5	4
29	4	3	4
30	4	4	4
TOTAL	119	126	106

Anexo 6. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Apariencia general”

APARIENCIA GENERAL			
PANELISTA	T4	T5	T6
1	4	3	4
2	3	4	4
3	4	5	3
4	3	4	3
5	3	4	3
6	5	4	5
7	4	5	4
8	3	5	3
9	3	4	2
10	5	4	4
11	4	4	3
12	3	4	3
13	2	5	3
14	4	5	3
15	4	4	4
16	4	4	3
17	4	5	3
18	4	5	4
19	4	5	3
20	3	3	4
21	5	3	3
22	4	4	4
23	5	4	3
24	3	5	4
25	4	3	3
26	3	3	3
27	4	5	5
28	3	4	5
29	5	4	5
30	4	4	4
TOTAL	113	125	107

Anexo 7. Resultado de la prueba de aceptación del atributo “Textura”

TEXTURA			
PANELISTA	T4	T5	T6
1	4	5	2
2	3	4	3
3	4	5	4
4	2	4	2
5	4	4	3
6	4	4	5
7	4	4	5
8	3	4	4
9	3	4	2
10	3	5	2
11	2	4	2
12	3	4	3
13	5	5	4
14	2	4	2
15	4	5	3
16	2	3	3
17	5	3	4
18	5	4	5
19	4	4	2
20	4	4	4
21	4	3	2
22	4	3	4
23	3	4	5
24	4	4	3
25	2	3	2
26	3	3	3
27	4	5	5
28	4	3	5
29	3	3	4
30	3	4	2
TOTAL	104	118	99

Anexo 8. Análisis estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Textura

1. PRUEBA DE NORMALIDAD:

Hipótesis a contrastar:

H₀: Los datos tienen una distribución normal.

H₁: Los datos no tienen una distribución normal.

En la Tabla 57, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de la bebida fermentada tipo yogur.

Tabla 57

Resultados de la prueba de normalidad

Textura Formulación		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Apreciación Textura	Textura_T1	0,183	30	0,611	0,916	30	0,322
	Textura_T2	0,136	30	0,561	0,917	30	0,412
	Textura_T3	0,134	30	0,580	0,925	30	0,236

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia (2018).

De los resultados deducimos:

- En este caso usaremos la prueba de Kolmogórov-Smirnov, dado que la muestra $n \geq 30$, para la formulación Textura T1 nos da un p-valor (Sig.) = 0,611, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Textura T2 nos da un p-valor (Sig.) = 0,561, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Textura T3 nos da un p-valor (Sig.) = 0,580, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.

2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H₁: al menos una varianza difiere

En la Tabla 58, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de homocedasticidad de la bebida fermentada tipo yogur.

Tabla 58

Resultado de la homogeneidad de varianzas

Apreciación Textura			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,361	2	87	0,698

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 58, se muestra el resultado del test de Levene sobre homogeneidad de varianzas, cuya hipótesis nula es $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$. Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,698 el cual es mayor que 0.05, en tal sentido se mantiene la hipótesis nula sobre igualdad de varianzas. Por tanto, podemos asumir que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

3. PRUEBA DE ANOVA

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H₁: al menos dos medias no son iguales

En la Tabla 59, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de Anova de la bebida fermentada tipo yogur.

Tabla 59

Resultado de la prueba de Anova

ANOVA					
Apreciación Textura	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19,622	2	9,811	5,446	0,021
Dentro de grupos	590,200	87	6,784		
Total	609,822	89			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,021 el cual es menor que 0.05, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula sobre igualdad de medias. Por lo tanto, podemos concluir que las formulaciones (T1, T2 y T3) medias de las poblaciones comparadas no son iguales.

4. PRUEBA POST-HOC (COMPARACIONES MÚLTIPLES)

En la Tabla 60, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de comparaciones múltiples de la bebida fermentada tipo yogur.

Tabla 60

Resultado de la prueba de comparaciones múltiples

Variable dependiente: Apreciación Textura						
HSD Tukey						
(I) Textura Formulación	(J) Textura Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Textura_T1	Textura_T2	-0,76667	0,66531	0,015*	-2,3531	0,8197
	Textura_T3	-0,33333	0,66531	0,271	-1,9197	1,2531
Textura_T2	Textura_T1	0,76667	0,66531	0,015*	-0,8197	2,3531
	Textura_T3	0,43333	0,66531	0,022*	-1,1531	2,0197
Textura_T3	Textura_T1	0,33333	0,66531	0,271	-1,2531	1,9197
	Textura_T2	-0,43333	0,66531	0,022*	-2,0197	1,1531

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 60, aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles del variable factor (Formulación T1, T2 y T3), las diferencias entre las formulaciones medias de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y el nivel de significación asociado a cada diferencia. Los grupos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Entonces podemos decir que todos los promedios comparados difieren entre sí, es decir la formulación T2 poseen un promedio mayor que la formulación T3, y éstos mayor que la formulación T1.

En la Tabla 61, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de HSD Tukey de la bebida fermentada tipo yogur.

Tabla 61

Resultado de la prueba de HSD Tukey

Apreciación Textura			
HSD Tukey			
Textura Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Textura_T1	30	4,8000	
Textura_T3	30	5,1333	5,1333
Textura_T2	30		5,5667
Sig.		0,678	0,334
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 61, ofrece una clasificación de los grupos basados en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos dos grupos formulación T3 y T1 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,678), y en el subgrupo 2, están incluidos dos grupos formulación T2 y T3 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,334). Resultando que la T2, es el tratamiento con mejor aceptación del atributo Textura, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

Anexo 9. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación General del atributo Sabor

1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis a contrastar:

H₀ : Los datos tienen una distribución normal.

H₁ : Los datos no tienen una distribución normal.

En la Tabla 62, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de normalidad del producto final del atributo Sabor.

Tabla 62

Resultados de la prueba de normalidad del atributo Sabor

Sabor Formulación		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Opinión	Sabor_T4	0,238	30	0,742	0,828	30	0,421
Sabor	Sabor_T5	0,267	30	0,645	0,806	30	0,654
	Sabor_T6	0,199	30	0,584	0,902	30	0,472

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia (2018).

De los resultados deducimos:

- En este caso usaremos la prueba de Kolmogórov-Smirnov, dado que la muestra ***n* ≥ 30**, para la formulación Sabor T4 nos da un p-valor (Sig.) = 0,742, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T5 nos da un p-valor (Sig.) = 0,645, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T6 nos da un p-valor (Sig.) = 0,584, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.

2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H₁: al menos una varianza difiere

En la Tabla 63, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de homocedasticidad del producto final del atributo Sabor.

Tabla 63

Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Sabor

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Opinión Sabor			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,861	2	87	0,454

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 63, se muestra el resultado del test de Levene sobre homogeneidad de varianzas, cuya hipótesis nula es $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$. Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,454 el cual es mayor que 0.05, en tal sentido se mantiene la hipótesis nula sobre igualdad de varianzas. Por tanto, podemos asumir que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

3. PRUEBA DE ANOVA

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H₁: al menos dos medias no son iguales

En la Tabla 64, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de Anova del producto final del atributo Sabor.

Tabla 64

Resultado de la prueba de Anova del atributo Sabor

ANOVA					
Opinión Sabor	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,600	2	6,300	7,045	0,001
Dentro de grupos	77,800	87			
Total	90,400	89			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,001 el cual es menor que 0.05, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula sobre igualdad de medias. Por tanto, podemos concluir que las formulaciones (T4, T5 y T6) medias de las poblaciones comparadas no son iguales.

4. PRUEBA POST-HOC (COMPARACIONES MULTIPLES)

En la Tabla 65, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de comparaciones múltiples del producto final del atributo Sabor.

Tabla 65

Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Sabor

Variable dependiente: Opinión Sabor						
HSD Tukey						
(I) Sabor Formulación	(J) Sabor Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Sabor_T4	Sabor_T5	-0,60000	0,24417	0,042*	-1,1822	-0,0178
	Sabor_T6	0,30000	0,24417	0,440	-0,2822	0,8822
Sabor_T5	Sabor_T4	0,60000	0,24417	0,042*	0,0178	1,1822
	Sabor_T6	0,90000	0,24417	0,001*	0,3178	1,4822
Sabor_T6	Sabor_T4	-0,30000	0,24417	0,440	-0,8822	0,2822
	Sabor_T5	-0,90000	0,24417	0,001*	-1,4822	-0,3178

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 65, aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles del variable factor (Formulación T4, T5 y T6), las diferencias entre las formulaciones medias de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y el nivel de significación asociado a cada diferencia. Los grupos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Entonces podemos decir que todos los promedios comparados difieren entre sí, es decir la formulación T5 poseen un promedio mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

En la Tabla 66, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de HSD Tukey del producto final del atributo Sabor.

Tabla 66

Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Sabor

Opinión Sabor			
HSD Tukey^a			
Sabor Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Sabor_T6	30	3,4000	
Sabor_T4	30	3,7000	
Sabor_T5	30		4,3000
Sig.		0,440	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 66, ofrece una clasificación de los grupos basados en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,440), y en el subgrupo 2, está incluido un solo grupo formulación T5 que difiere de las formulaciones anteriores y que, obviamente, no difiere de sí mismo (Sig. 1,000).
- Resultando que la T5, es el tratamiento con mejor aceptación en el atributo Sabor, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

Anexo 10. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Olor

1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis a contrastar:

H₀ : Los datos tienen una distribución normal.

H₁ : Los datos no tienen una distribución normal.

En la Tabla 67, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de normalidad del producto final del atributo Olor.

Tabla 67

Resultados de la prueba de normalidad del atributo Olor

Olor Formulación		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Opinión Olor	Olor_T4	0,211	30	0,252	0,845	30	0,210
	Olor_T5	0,285	30	0,484	0,789	30	0,274
	Olor_T6	0,201	30	0,342	0,906	30	0,425

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia (2018).

De los resultados deducimos:

- En este caso usaremos la prueba de Kolmogórov-Smirnov, dado que la muestra $n \geq 30$, para la formulación Sabor T4 nos da un p-valor (Sig.) = 0,252, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T5 nos da un p-valor (Sig.) = 0,484, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.

- Para la formulación Sabor T6 nos da un p-valor (Sig.) = 0,342, como el p-valor es mayor que **0.05**, se **acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.

2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

$$H_1: \text{al menos una varianza difiere}$$

En la Tabla 68, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de homocedasticidad del producto final del atributo Olor.

Tabla 68

Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Olor

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Opinión Olor			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
,960	2	87	0,321

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 68, se muestra el resultado del test de Levene sobre homogeneidad de varianzas, cuya hipótesis nula es $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$. Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,321 el cual es mayor que 0.05, en tal sentido se mantiene la hipótesis nula sobre igualdad de varianzas. Por tanto, podemos asumir que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

3. PRUEBA DE ANOVA

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \text{al menos dos medias no son iguales}$$

En la Tabla 69, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de Anova del producto final del atributo Olor.

Tabla 69

Resultado de la prueba de Anova del atributo Olor

ANOVA					
Opinión Olor	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,867	2	3,433	4,314	0,031
Dentro de grupos	69,233	87	0,796		
Total	76,100	89			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,031 el cual es menor que 0.05, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula sobre igualdad de medias. Por tanto, podemos concluir que las formulaciones (T4, T5 y T6) medias de las poblaciones comparadas no son iguales.

4. PRUEBA POST-HOC (COMPARACIONES MÚLTIPLES)

En la Tabla 70, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de comparaciones múltiples del producto final del atributo Olor.

Tabla 70

Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Olor

Variable dependiente: Opinión Olor HSD Tukey						
(I) Olor Formulación	(J) Olor Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Olor_T4	Olor_T5	-0,30000	0,22174	0,040*	-0,8287	0,2287
	Olor_T6	0,23333	0,22174	0,370	-0,2954	0,7621
Olor_T5	Olor_T4	0,30000	0,22174	0,040*	-0,2287	0,8287
	Olor_T6	0,53333	0,22174	0,038*	0,0046	1,0621
Olor_T6	Olor_T4	-0,23333	0,22174	0,370	-0,7621	0,2954
	Olor_T5	-0,53333	0,22174	0,038*	-1,0621	-0,0046

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 70, aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles del variable factor (Formulación T4, T5 y T6), las diferencias entre las formulaciones medias de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y el nivel de significación asociado a cada diferencia. Los grupos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Entonces podemos decir que todos los promedios comparados difieren entre sí, es decir la formulación T5 poseen un promedio mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

En la Tabla 71, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de HSD Tukey del producto final del atributo Olor.

Tabla 71

Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Olor

Opinión Olor HSD Tukey^a			
Olor Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Olor_T6	30	3,6667	
Olor_T4	30	3,9000	3,9000
Olor_T5	30		4,2000
Sig.		0,546	0,370
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 71, ofrece una clasificación de los grupos basados en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,546), y en el subgrupo 2, están incluidos dos grupos formulación T5 y T4 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,370)
- Resultando que la T5, es el tratamiento con mejor aceptación del atributo Olor, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

Anexo 11. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Apariencia General

1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis a contrastar:

H₀ : Los datos tienen una distribución normal.

H₁ : Los datos no tienen una distribución normal.

En la Tabla 72, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de normalidad del producto final del atributo Apariencia General.

Tabla 72

Resultados de la prueba de normalidad del atributo Apariencia General

Apariencia Formulación		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Opinión Apariencia	Apariencia_T4	0,252	30	0,541	0,855	30	0,354
	Apariencia_T5	0,261	30	0,468	0,800	30	0,254
	Apariencia_T6	0,301	30	0,587	0,823	30	0,410
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Elaboración propia (2018).

De los resultados deducimos:

- En este caso usaremos la prueba de Kolmogórov-Smirnov, dado que la muestra ***n* ≥ 30**, para la formulación Sabor T4 nos da un p-valor (Sig.) = 0,541, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T5 nos da un p-valor (Sig.) = 0,468, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T6 nos da un p-valor (Sig.) = 0,587, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.

2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H₁: al menos una varianza difiere

En la Tabla 73, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de homocedasticidad del producto final del atributo Apariencia General.

Tabla 73

Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Apariencia General

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Opinión Apariencia			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,626	2	87	0,537

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 73, se muestra el resultado del test de Levene sobre homogeneidad de varianzas, cuya hipótesis nula es $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$. Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,537 el cual es mayor que 0.05, en tal sentido se mantiene la hipótesis nula sobre igualdad de varianzas. Por tanto, podemos asumir que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

3. PRUEBA DE ANOVA

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H₁: al menos dos medias no son iguales

En la Tabla 74, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de Anova del producto final del atributo Apariencia General.

Tabla 74

Resultado de la prueba de Anova del atributo Apariencia General

ANOVA					
Opinión Apariencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,600	2	2,800	4,982	0,009
Dentro de grupos	48,900	87	0,562		
Total	54,500	89			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,009 el cual es menor que 0.05, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula sobre igualdad de medias. Por tanto, podemos concluir que las formulaciones (T4, T5 y T6) medias de las poblaciones comparadas no son iguales.

4. PRUEBA POST-HOC (COMPARACIONES MULTIPLES)

En la Tabla 75, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de comparaciones múltiples del producto final del atributo Apariencia General.

Tabla 75

Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Apariencia General

Variable dependiente: Apreciación Apariencia						
HSD Tukey						
(I) Apariencia Formulación	(J) Apariencia Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Apariencia_T4	Apariencia_T5	-0,40000	0,19357	0,003*	-0,8616	0,0616
	Apariencia_T6	0,20000	0,19357	0,258	-0,2616	0,6616
Apariencia_T5	Apariencia_T4	0,40000	0,19357	0,003*	-0,0616	0,8616
	Apariencia_T6	0,60000	0,19357	0,007*	0,1384	1,0616
Apariencia_T6	Apariencia_T4	-0,20000	0,19357	0,258	-0,6616	0,2616
	Apariencia_T5	-0,60000	0,19357	0,007*	-1,0616	-0,1384

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 75, aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles del variable factor (Formulación T4, T5 y T6), las diferencias entre las formulaciones medias de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y el nivel de significación asociado a cada diferencia. Los grupos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Entonces podemos decir que todos los promedios comparados difieren entre sí, es decir la formulación T5 poseen un promedio mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

En la Tabla 76, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de HSD Tukey del producto final del atributo Apariencia General.

Tabla 76

Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Apariencia General

Opinión Apariencia HSD Tukey^a			
Apariencia Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Apariencia_T6	30	3,5667	
Apariencia_T4	30	3,7667	3,7667
Apariencia_T5	30		4,1667
Sig.		0,558	0,103
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 76, ofrece una clasificación de los grupos basados en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,558), y en el subgrupo 2, están incluidos dos grupos formulación T5 y T4 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,103).
- Resultando que la T5, es el tratamiento con mejor aceptación del atributo Apariencia, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

Anexo 12. Análisis Estadístico de la Prueba de Aceptación del atributo Textura

1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Hipótesis a contrastar:

H₀ : Los datos tienen una distribución normal.

H₁ : Los datos no tienen una distribución normal.

En la Tabla 77, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de normalidad del producto final del atributo Textura.

Tabla 77

Resultados de la prueba de normalidad del atributo Textura

Textura Formulación		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Opinión Textura	Textura_T4	0,257	30	0,312	0,871	30	0,642
	Textura_T5	0,272	30	0,542	0,804	30	0,365
	Textura_T6	0,204	30	0,496	0,845	30	0,578

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia (2018).

De los resultados deducimos:

- En este caso usaremos la prueba de Kolmogórov-Smirnov, dado que la muestra $n \geq 30$, para la formulación Sabor T4 nos da un p-valor (Sig.) = 0,312, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T5 nos da un p-valor (Sig.) = 0,542, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.
- Para la formulación Sabor T6 nos da un p-valor (Sig.) = 0,496, como el p-valor es mayor que **0.05**, **se acepta** la hipótesis nula **H₀**, por lo tanto, se concluye que los datos de respuesta tienen una distribución normal.

2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H₁: al menos una varianza difiere

En la Tabla 78, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de homocedasticidad del producto final del atributo Textura.

Tabla 78

Resultado de la homogeneidad de varianzas del atributo Textura

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Opinión Textura			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,434	2	87	0,285

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 78, se muestra el resultado del test de Levene sobre homogeneidad de varianzas, cuya hipótesis nula es $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$. Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,285 el cual es mayor que 0.05, en tal sentido se mantiene la hipótesis nula sobre igualdad de varianzas. Por tanto, podemos asumir que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

3. PRUEBA DE ANOVA

Hipótesis a contrastar:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H₁: al menos dos medias no son iguales

En la Tabla 79, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de Anova del producto final del atributo Textura.

Tabla 79

Resultado de la prueba de Anova del atributo Textura

ANOVA					
Opinión Textura	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,467	2	3,233	3,719	0,028
Dentro de grupos	75,633	87	0,869		
Total	82,100	89			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- Puesto que el p-valor (Sig.) = 0,028 el cual es menor que 0.05, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula sobre igualdad de medias. Por tanto, podemos concluir que las formulaciones (T4, T5 y T6) medias de las poblaciones comparadas no son iguales.

4. PRUEBA POST-HOC (COMPARACIONES MULTIPLES)

En la Tabla 80, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de comparaciones múltiples del producto final del atributo Textura.

Tabla 80

Resultado de la prueba de comparaciones múltiples del atributo Textura

Variable dependiente: Opinión Textura						
HSD Tukey						
(I) Textura _Formulación	(J) Textura Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Textura_T4	Textura_T5	-0,46667	0,24074	0,034*	-1,0407	0,1074
	Textura_T6	0,16667	0,24074	0,469	-0,4074	0,7407
Textura_T5	Textura_T4	0,46667	0,24074	0,034*	-0,1074	1,0407
	Textura_T6	0,63333	0,24074	0,027*	0,0593	1,2074
Textura_T6	Textura_T4	-0,16667	0,24074	0,469	-0,7407	0,4074
	Textura_T5	-0,63333	0,24074	0,027*	-1,2074	-0,0593

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 80, aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles del variable factor (Formulación T4, T5 y T6), las diferencias entre las formulaciones medias de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y el nivel de significación asociado a cada diferencia. Los grupos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Entonces podemos decir que todos los promedios comparados difieren entre sí, es decir la formulación T5 poseen un promedio mayor que la formulación T4, y éstos mayor que la formulación T6.

En la Tabla 81, se detallan los resultados obtenidos en la prueba de HSD Tukey del producto final del atributo Textura.

Tabla 81

Resultado de la prueba de HSD Tukey del atributo Textura

Opinión Textura HSD Tukey^a			
Textura Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Textura_T6	30	3,3000	
Textura_T4	30	3,4667	3,4667
Textura_T5	30		3,9333
Sig.		0,769	0,134
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			

Fuente: Elaboración propia (2018).

- En la Tabla 81, ofrece una clasificación de los grupos basados en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos dos grupos formulación T4 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,769), y en el subgrupo 2, están incluidos dos grupos formulación T5 y T6 cuyas medias no difieren significativamente (Sig. 0,134).
- Resultando que la T5, es el tratamiento con mejor aceptación del atributo Textura, por la diferencia de medias y diferencias significativas existentes.

Anexo 13. Pruebas de Aceptación General para la determinación de la vida útil

EVALUACION SENSORIAL: PRUEBA DEL GRADO DE SATISFACCION CON ESCALA HEDONICA												
Fecha:..... Hora:.....												
Panelista:.....												
Indicaciones: Sírvase evaluar las muestras en el orden que se presentan y marque un aspa en el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra, en lo que respecta a los atributos, Color (C), Olor (O), sabor (S) y textura (T).												
ESCALA	CODIGO DE LAS MUESTRAS											
	T°1				T°2				T°3			
	C	O	S	T	C	O	S	T	C	O	S	T
9.Me gusta extremadamente												
8.Me gusta mucho												
7.Me gusta bastante												
6.Me gusta ligeramente												
5.Ni me gusta ni me disgusta												
4,Me disgusta ligeramente												
3.Me disgusta bastante												
2.Me disgusta mucho												
1.Me disgusta extremadamente												
OBSERVACIONES: 												
Muchas Gracias												

Anexo 14. Ficha técnica del cultivo lácteo

	FD-DVS YF-L812 - Yo-Flex®																						
Información de Producto																							
Descripción:	Cultivo termófilo de yogur. El cultivo contiene una mezcla de cepas definidas de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>, mezclados en forma de gránulos liofilizados para producir yogur.																						
Aplicación:	YF-L812 producirá un yogur con un cuerpo o viscosidad muy alta, sabor muy suave y una post-acidificación muy baja. El cultivo es adecuado para la fabricación de los siguientes tipos de yogur muy suave: • Batido • Líquido • Firme																						
Disponibilidad:	YF-812 es el fago alternativo a YF-811																						
Envasado:	Tamaño de envase	Número de producto																					
	10 x 50U	667296																					
	25 x 200U	677350																					
	20 x 500U	677650																					
Almacenamiento y caducidad:	Los cultivos liofilizados deben ser almacenados a -18°C (0°F) o menos. Si los cultivos se almacenan a esta temperatura o inferior, la caducidad es de como mínimo 24 meses. Si los cultivos se almacenan a +5°C (41°F) la caducidad es de como mínimo 6 semanas.																						
Modo de empleo	Sacar los cultivos del congelador justo antes de su utilización. NO DESCONGELAR. Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita lentamente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos hasta distribuir totalmente.																						
Dosis	La dosis recomendada de utilización de los cultivos DVS liofilizados en unidades para litros.																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Porcentaje de inoculación de DVS</th> <th colspan="5">Cantidad de leche a inocular</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>250 l</td> <td>1,000 l</td> <td>5,000 l</td> <td>10,000 l</td> <td>15,000 l</td> </tr> <tr> <td>500U/2500 l</td> <td>50U</td> <td>200U</td> <td>1,000U</td> <td>2,000U</td> <td>3,000U</td> </tr> </tbody> </table>		Porcentaje de inoculación de DVS	Cantidad de leche a inocular						250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l	15,000 l	500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U	3,000U				
Porcentaje de inoculación de DVS	Cantidad de leche a inocular																						
	250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l	15,000 l																		
500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U	3,000U																		
FD YF-L812-PI vs1 / Marzo 2005/1:2 Chr. Hansen, S.A. - Fragua, 10 - 28760 Tres Cantos - Madrid Tel: +34 91 806 09 30 Fax: +34 91 804 95 01 - Web: chr-hansen.com																							

FD-DVS YF-L812 Yo-Flex®

Información de producto

CHR. HANSEN

Temperatura de incubación

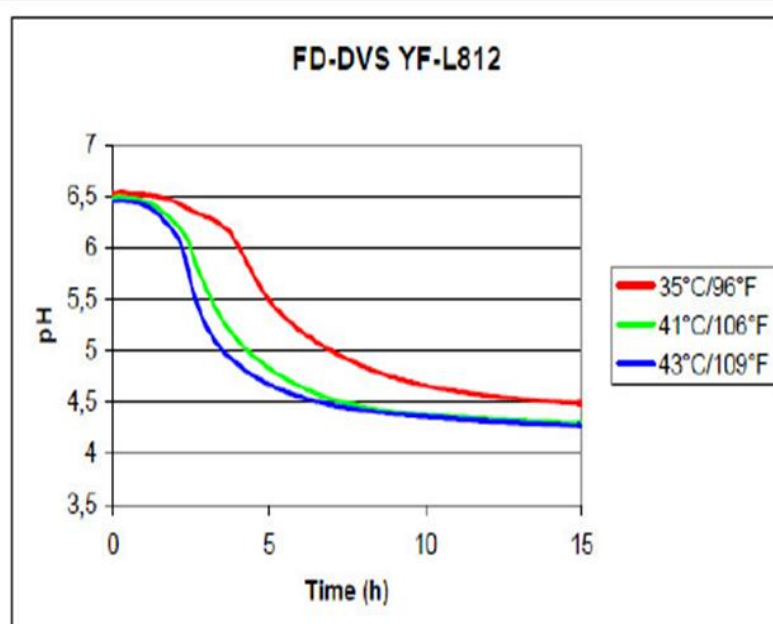
La temperatura recomendada de incubación es de 35-45°C (95-113°F). Para más información por favor consulte las recetas recomendadas de Chr. Hansen.

Certificado Kosher

YF-L812 es un cultivo con aprobación Kosher (Círculo K D) para ser utilizado durante todo el año, excepto en Pascua Judía.

Información Técnica

Figura 1. Efecto de la temperatura sobre la acidificación.



Condiciones de fermentación
 Leche entera + 2% de leche desnatada en polvo (85 °C (185°F) /30 min
 Inoculación: 500U/2500 l

NB: Nótese que la precisión de las curvas es relativa y está sujeta a error experimental.

Servicio Técnico

Las instalaciones de Chr. Hansen distribuidas por todo el mundo y el personal de nuestro centro de tecnología aplicada están a su disposición para proporcionarle ayuda e instrucciones.

Referencias

Referencias y métodos de análisis están disponibles bajo solicitud.

La información anteriormente mencionada se ofrece exclusivamente a título informativo. Chr. Hansen declina toda responsabilidad por las pérdidas o daños que pudieran derivarse de la aplicación en la práctica de la información facilitada.

Anexo 15. Desuerado de la producción de queso fresco de la Empresa Lácteos Verano E.I.R.L.



Anexo 16. Extracción del suero lácteo de la Empresa Lácteos Verano E.I.R.L.



Anexo 17. Evaluación sensorial de la Prueba de Aceptación del atributo de la Textura



Anexo 18. Evaluación sensorial de la Prueba de Aceptación General



Anexo 19. Análisis sensorial para determinación de la vida útil



Anexo 20. Caracterización sensorial de los productos almacenados

DIA 0		
		
T1=24°C	T2=10°C	T3=4°C
DIA 3	DIA 8	DIA 15
		
T1= 24°C	T2= 10°C	T3= 4°C

Anexo 21. Análisis estadístico del DBCA en el análisis de pH

Hipótesis:

H_0 : Los errores se distribuyen normalmente.

H_1 : Los errores no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia: 5%.

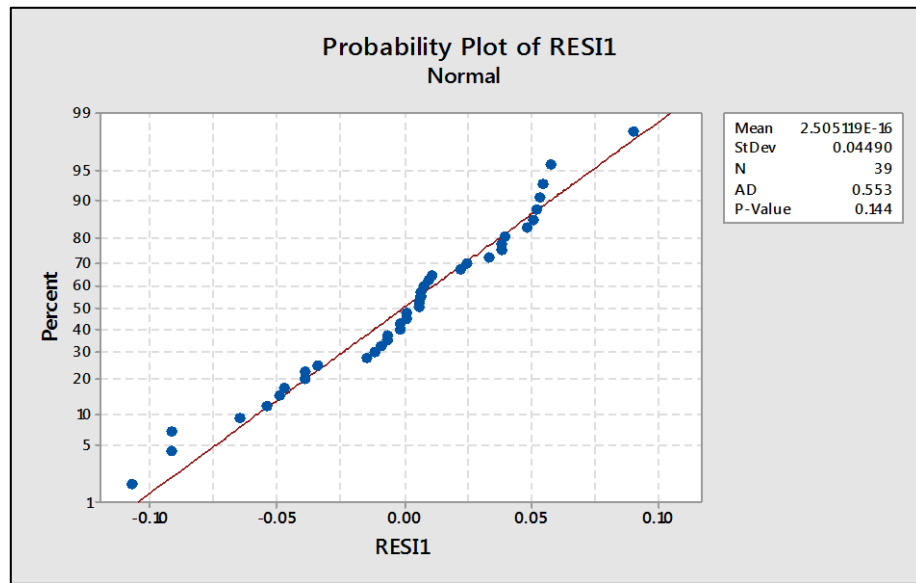


Figura 34. Prueba de normalidad de los errores de los resultados de las mediciones de pH.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

De acuerdo a la Figura 34 se obtiene un AD es igual a 0.553, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0.144, el cual es mayor al nivel de significancia (0.05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, lo que permite concluir que los errores se distribuyen normalmente.

Adicional a ello, se debe validar la homogeneidad de varianzas.

Hipótesis:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H_1 : Al menos un σ_i^2 es diferente, para $i = 1, 2, 3$.

Nivel de significancia: 5%.

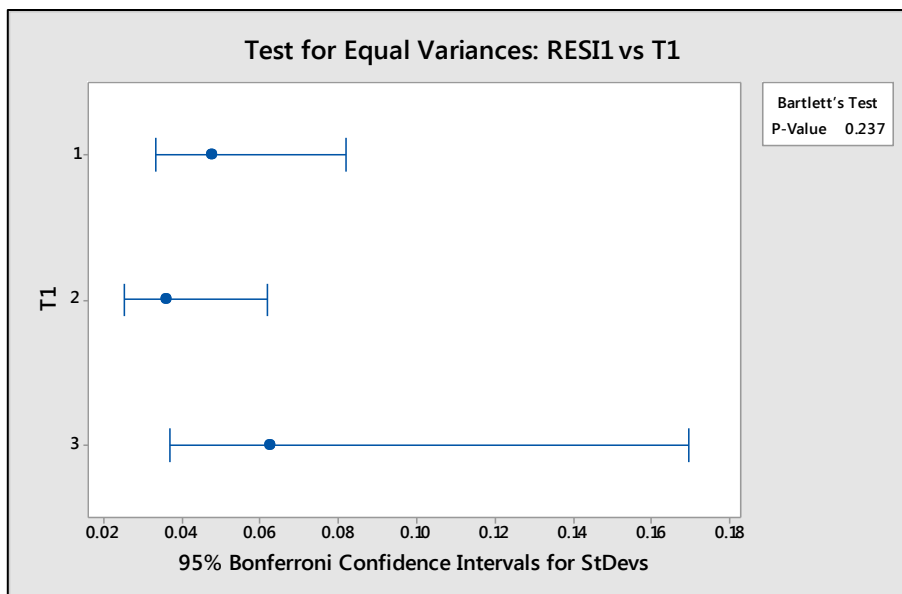


Figura 35. Prueba de homogeneidad de varianzas de los resultados de las mediciones de pH.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

De acuerdo a la Figura 35, se obtiene que el estadístico de prueba de Bartlett es igual a 2.88, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0.237, el cual es mayor al nivel de significancia (0.05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, lo que cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Anexo 22. Análisis estadístico del DBCA en el análisis de acidez

Hipótesis:

H_0 : Los errores se distribuyen normalmente.

H_1 : Los errores no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia: 5%.

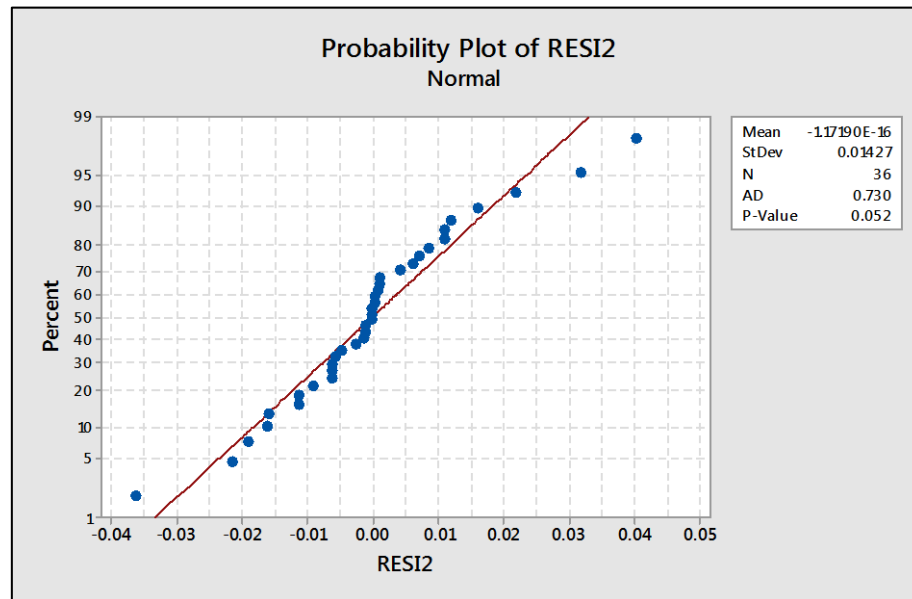


Figura 36. Prueba de normalidad de los errores de los resultados de las mediciones de Acidez.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

De acuerdo a la Figura 36, se obtiene un AD es igual a 0.730, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0.052, el cual es mayor al nivel de significancia (0.05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, lo que permite concluir que los errores se distribuyen normalmente.

Adicional a ello, se debe validar la homogeneidad de varianzas.

Hipótesis:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$

H_1 : Al menos un σ_i^2 es diferente, para $i = 1, 2, 3$.

Nivel de significancia: 5%.

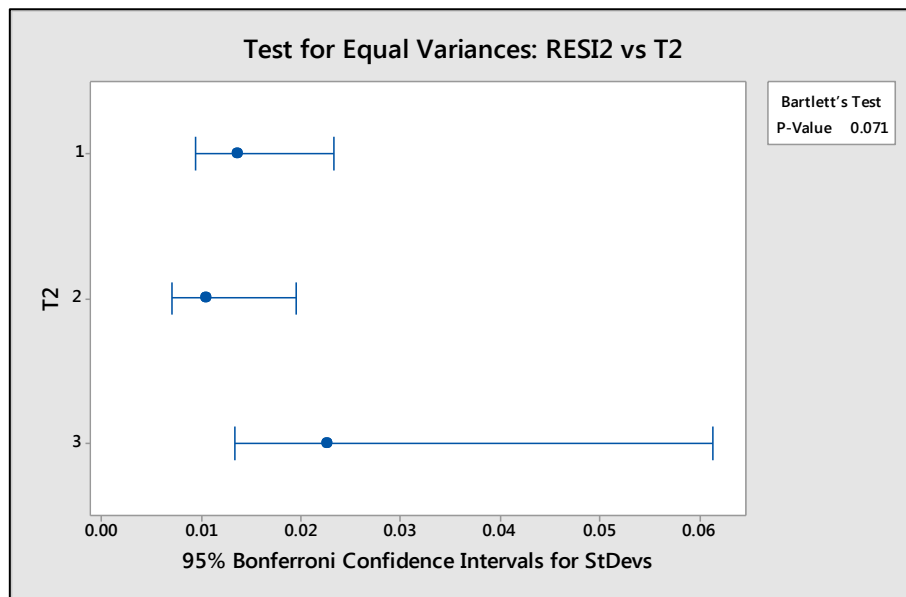


Figura 37. Prueba de homogeneidad de varianzas de los resultados de las mediciones de Acidez.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

De acuerdo a la Figura 37, se obtiene que el estadístico de prueba de Bartlett es igual a 5.28, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0.071, el cual es mayor al nivel de significancia (0.05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, lo que cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Anexo 23. Análisis estadístico del DBCA en el análisis sensorial

Hipótesis:

H_0 : Los errores se distribuyen normalmente.

H_1 : Los errores no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia: 5%.

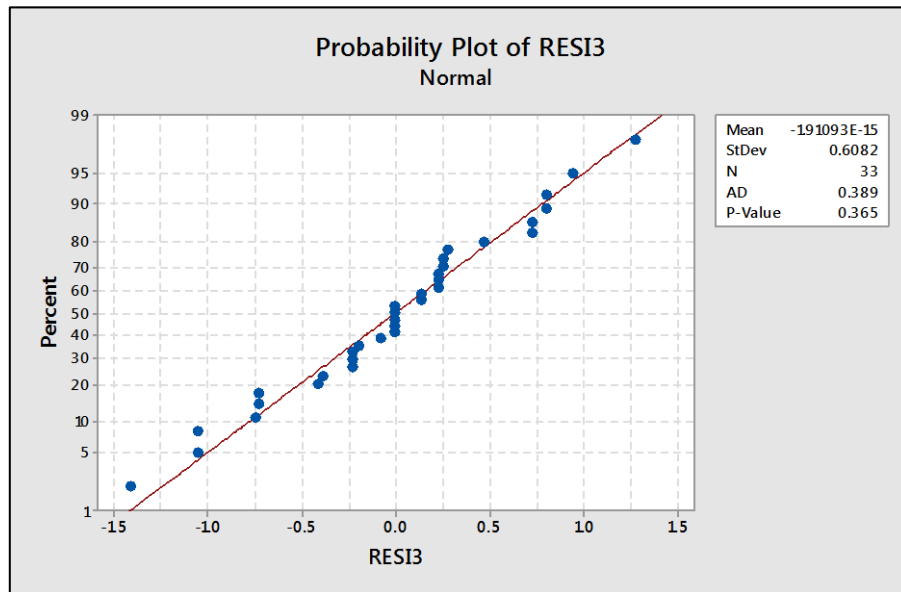


Figura 38. Prueba de normalidad de los errores de los resultados de las mediciones de Calidad Sensorial.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

De acuerdo a la Figura 38, se obtiene un AD es igual a 0.389, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0.365, el cual es mayor al nivel de significancia (0.05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, lo que permite concluir que los errores se distribuyen normalmente.

Adicional a ello, se debe validar la homogeneidad de varianzas.

Hipótesis:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$

H_1 : Al menos un σ_i^2 es diferente, para $i = 1, 2, 3$.

Nivel de significancia: 5%.

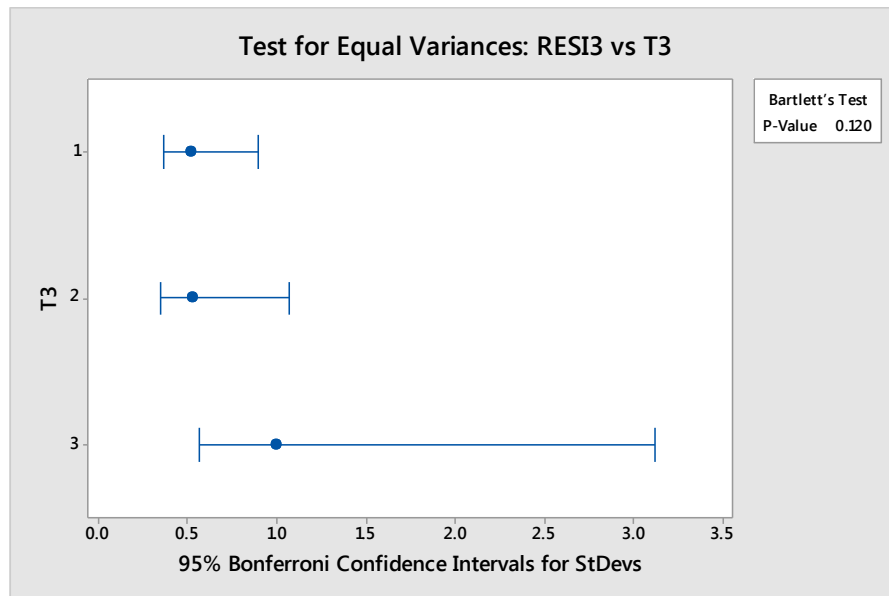


Figura 39. Prueba de homogeneidad de varianzas de los resultados de las mediciones de Calidad Sensorial.

Fuente: Minitab 17, Elaboración propia (2018).

De acuerdo a la Figura 39, se obtiene que el estadístico de prueba de Bartlett es igual a 4.23, cuyo valor de probabilidad asociado es igual a 0.120, el cual es mayor al nivel de significancia (0.05). Con ello, existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, lo que cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Anexo 24. Análisis químico proximal y microbiológico del suero lácteo



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
 JR. ALMIRANTE GUISE Nº 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
 E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03777-01-2018

PRODUCTO	: Suero lácteo
SOLICITADO POR	: Tinoco Valerio Marilín Milagros
DIRECCIÓN	: Psj. R. Asoc. Santo Domingo Mz A LT6 - Ate - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2018-07-25
FECHA DE ANÁLISIS	: 2018-07-26
FECHA DE INFORME	: 2018-08-01
SOLICITUD Nº	: SDT-06956-2018

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN	: Producto líquido / Refrigerado
PRESENTACIÓN	: Botella de plástico color blanco cerrado con tapa rosca sin litografiar, sin etiqueta.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 1000 Mililitros
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE	: Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Coliformes Bacterias Numeración (ufc/ml)	40
(*) Hongos: Levaduras Numeración. (ufc/ml)	2x10
(*) Hongos: Mohos Numeración. (ufc/ml)	<1Est
(*) Carbohidratos (g/100ml)	5.48
(*) Ceniza (g/100ml)	0.51
(*) Energía total (kcal/100ml)	31.32
(*) Grasa (g/100ml)	0.72
(*) Humedad (g/100ml)	92.56
(*) Lactosa (g/100ml)	5.01 (Expresado como lactosa monohidratada)
(*) Proteína (g/100ml)	0.73 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Coliformes Bacterias Numeración	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2ª Ed., Pág. 132-134 (Traducción versión original 1978) Reimpresión 2000 en castellano (Ed. Acibiza) Recuento de Coliformes técnica del Número más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano).
(*) Hongos: Levaduras Numeración.	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed. Pag. 166-167. (Traducción versión original 1978) Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acibiza) Recuento de mohos y levaduras. Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
(*) Hongos: Mohos Numeración.	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed. Pag. 166-167. (Traducción versión original 1978) Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acibiza) Recuento de mohos y levaduras. Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
(*) Carbohidratos	: Por Cálculo
(*) Ceniza	: AOAC 940.26, 20th. Ed. (2016). Ash of Fruits and Fruit Products
(*) Energía total	: Por Cálculo
(*) Grasa	: AOAC 920.177, 20th. Ed. (2016). Ether extract of confectionary
(*) Humedad	: AOAC 920.146, 20th. Ed. (2016). Ginger Extract
(*) Lactosa	: NTP 202.187 (2000). Leche y Productos Lácteos. Determinación del Contenido de Lactosa en Leche. Método Volumétrico
(*) Proteína	: AOAC 920.152, 20th. Ed. (2016). Protein in fruit products. Kjeldahl Method

Notas

Temperatura de recepción de la muestra: 5.2°C.

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido sólo en original.


QUIM CLOTILDE HUAPAYA HERRERROS
 JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
 C.Q.P. Nº 296



Anexo 25. Análisis químico proximal de la “Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana”



SAT

Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE Nº 2580 LIMA - LIMA - LINGE - TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com ; divisiontecnica@satperu.com web: www.satperu.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-009



INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro Nº LE-009

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03777-02-2018

PRODUCTO	: Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana (<i>Annona muricata</i> L.)
SOLICITADO POR	: Tinoco Valerio Marilyn Millagros
DIRECCIÓN	: Psj. R. Asoc. Santo Domingo Mz A LT6 - Ate - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2018-07-25
FECHA DE ANÁLISIS	: 2018-07-26
FECHA DE INFORME	: 2018-08-01
SOLICITUD Nº	: SDT-06956-2018

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN	: Producto líquido / Refrigerado
PRESENTACIÓN	: Botella de plástico color blanco cerrado con tapa rosca sin litografiar, sin etiqueta.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 1000 Mililitros
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE	: Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Carbohidratos (g/100g)	16,17
(*) Ceniza (g/100g)	0,88
(*) Energía total (kcal/100g)	14,93
(*) Grasa (g/100g)	2,29
(*) Humedad (g/100g)	78,25
(*) Lactosa (g/100g)	6,90 (Expresado como lactosa monohidratada)
(*) Proteína ((Nx6,38) g/100g)	2,41

(*) LOS MÉTODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Carbohidratos	: Por Cálculo
(*) Ceniza	: NTP 202.172.1998 (Revisado el 2014) Item 3.1. (Validado) Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Determinación de cenizas y alcalinidad de cenizas
(*) Energía total	: Por Cálculo
(*) Grasa	: AOAC 905.02, 2011, Ed. (2016). Fat in milk. Rose-Gottlieb Method
(*) Humedad	: NTP 202.118 (1998). Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Determinación de sólidos totales
(*) Lactosa	: AOAC 994.15 (2016) Chap. 33. Ed. 2016, Pág. 17-18 Lactose in milk. Enzymatic method
(*) Proteína	: NTP 202.119 (1998). Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Determinación de nitrógeno (total) en Leche. Método de Kjeldahl

Notas

Temperatura de recepción de la muestra: 5.2°C.

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. No debe ser utilizada como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A. Este documento es válido solo en analogía.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERRERA
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296



Anexo 26. Análisis microbiológico de la “Bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero a base de lactosuero con harina de tocosh y (*Annona muricata*) guanábana”

INTEGRAL ANALYTICAL SERVICES

INFORME DE ENSAYO: 2807.02/2018

Lima, 28 de Julio del 2018 F01P02-LE
Versión 01

DATOS DEL SERVICIO	
Nº de Orden de Servicio	: 18204.02-OS01
Cliente	: MARILIN TINOCO
Dirección del cliente	: Paje R. Asoc. Santa Domingo Mz A Lote 6 - Ate Vitarle - Lima
Procedencia de la Muestra	: Muestra Proporcionada por el cliente
Muestra(s) declarada(s)	: 1. BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (<i>Annona muricata</i> L.) (Muestra Inicial : FP 23-07-18, Código: FP2018-07-23)
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 1. 01 muestra de 500 mL
Forma de Presentación	: Botella plástica con tapa rosca
Fecha de recepción de muestra(s)	: 23/07/2018
Fecha de Inicio del Análisis	: 23/07/2018
Fecha de Término del Análisis	: 28/07/2018

RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

Parámetro	Unidad	Resultados
Recuento de Mohos	UFC/g	<10
Recuento de Levaduras	UFC/g	<10
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/g	4x10 ⁹
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	NMP/g	<3

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Norma o Referencia
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuentos de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio
Recuento de Aerobios Mesófilos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 120-124, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Método 1 (Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios)
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 131-134, 2da Ed. Reimpresión 2000. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes; técnica del Número Más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano).

Fin del documento

LABORATORIO DE ENSAYO
INTEGRAL ANALYTICAL SERVICES
Jefatura

Geraldine Garayótt
Ing. Geraldine Garayótt Yañez
ÁREA TÉCNICA
CBP 8255

INSPECCIONES, CERTIFICACIONES Y LABORATORIOS
DEL PERU S.A.C.
Jr. Bernardo Alcedo 263 2do Piso
Lince - Lima
Teléfono: (+511) 318 7763

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de INCERLAB PERU S.A.C. El informe de ensayo solo es válido para la muestra del prototipo o de lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de INCERLAB PERU S.A.C.

Página 1 de 1

www.incerlab.com

Anexo 27. Análisis microbiológico del producto almacenado a la temperatura de 24°C
(Día: 4)

INCERLAB
Integral Analytical Services

INFORME DE ENSAYO: 0208.02/2018

Lima, 02 de Agosto del 2018

F01P02-LE
Versión 01

DATOS DEL SERVICIO

N° de Orden de Servicio : 18208.02-OS01
 Cliente : MARILIN TINOCO
 Dirección del cliente : Psje R. Asoc. Santa Domingo Mz A Lote 6 - Ate Vitearte - Lima
 Procedencia de la Muestra : Muestra Proporcionada por el cliente
 Muestra(s) declarada(s) : 1. BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (Annona muricata L.) (Muestra 1: FP 27-07-18, Código: FP2018-07-27)
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 1. 01 muestra de 500 mL
 Forma de Presentación : Botella plástica con tapa rosca
 Fecha de recepción de muestra(s) : 27/07/2018
 Fecha de Inicio del Análisis : 27/07/2018
 Fecha de Término del Análisis : 02/08/2018

RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

1. BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (Annona muricata L.)

Parámetro	Unidad	Resultados M1
Recuento de Mohos	UFC/g	<10
Recuento de Levaduras	UFC/g	<10
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/g	10x10 ⁹
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	NMP/g	<3

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Norma o Referencia
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuentos de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio
Recuento de Aerobios Mesófilos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 120-124, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Método 1 (Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios)
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 131-134, 2da Ed. Reimpresión 2000. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes: técnica del Número Más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano).

Fin del documento

LABORATORIO DE ENSAYO
INCERLAB
Integral Analytical Services
Jefatura

Big. Geraldine Garaycoit-Yañez
ÁREA TÉCNICA
CBP 8255

INSPECCIONES, CERTIFICACIONES Y LABORATORIOS
DEL PERU S.A.C.
Jr. Bernardo Alcedo 263 2do Piso
Lima - Lima
Teléfono: (+511) 318 7163

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de INCERLAB PERU S.A.C. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del producto o de lote sometida a análisis, no pudiendo entenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de INCERLAB PERU S.A.C.

Página 1 de 1

www.incerlab.com

Anexo 28. Análisis microbiológico del producto almacenado a la temperatura de 10°C
(Día: 10)

INTEGRAL ANALYTICAL SERVICES

INFORME DE ENSAYO: 0708.02/2018

Lima, 07 de Agosto del 2018 F01P02-LE
Versión 01

DATOS DEL SERVICIO	
Nº de Orden de Servicio	: 18214.02-OS01
Cliente	: MARILIN TINOCO
Dirección del cliente	: Psje R. Asoc. Santa Domingo Mz A Lote 6 - Ate Vitarte - Lima
Procedencia de la Muestra	: Muestra Proporcionada por el cliente
Muestra(s) declarada(s)	: 1. BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (Annona muricata L.) (Muestra 2: FP 02-08-18, Código: FP2018-08-02)
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 1. 01 muestra de 500 mL
Forma de Presentación	: Botella plástica con tapa rosca
Fecha de recepción de muestra(s)	: 02/08/2018
Fecha de Inicio del Análisis	: 02/08/2018
Fecha de Término del Análisis	: 07/08/2018

RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

1. BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (Annona muricata L.)

Parámetro	Unidad	Resultados
Recuento de Mohos	UFC/g	<10
Recuento de Levaduras	UFC/g	<10
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/g	9x10 ⁹
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	NMP/g	<3

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Norma o Referencia
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuentos de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio
Recuento de Aerobios Mesófilos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 120-124, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Método 1 (Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios)
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 131-134, 2da Ed. Reimpresión 2000. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes: técnica del Número Más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano).

Fin del documento

LABORATORIO DE ENSAYO
INTEGRAL ANALYTICAL SERVICES
Jefatura

Bla. Geradine Garaycott Yañez
ÁREA TÉCNICA
CBP 8255

INSPECCIONES, CERTIFICACIONES Y LABORATORIOS
DEL PERU S.A.C.
Jr. Bernardo Alcedo 263 2do Piso
Lince - Lima
Teléfono: (+511) 318 7163

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de INCERLAB PERU S.A.C. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del prototipo o de lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de INCERLAB PERU S.A.C.

www.incerlab.com

Página 1 de 1

Anexo 29. Análisis microbiológico del producto almacenado a la temperatura de 4°C

(Día: 15)

INTEGRAL ANALYTICAL SERVICES

INFORME DE ENSAYO: 1308.02/2018

Lima, 13 de Agosto del 2018 F01P02-LE
Versión 01

DATOS DEL SERVICIO	
Nº de Orden de Servicio	: 18219.02-OS01
Cliente	: MARILIN TINOCO
Dirección del cliente	: Psje R. Asoc. Santa Domingo Mz A Lote 6 - Ale Vilarie - Lima
Procedencia de la Muestra	: Muestra Proporcionada por el cliente
Muestra(s) declarada(s)	: 1. BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (Annona muricata L.) (Muestra 3: FP 07-08-18, Código: FP2018-08-07)
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 1. 01 muestra de 500 mL
Forma de Presentación	: Botella plástica con tapa rosca
Fecha de recepción de muestra(s)	: 07/08/2018
Fecha de Inicio del Análisis	: 07/08/2018
Fecha de Término del Análisis	: 13/08/2018

RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO CON HARINA DE TOCOSH Y GUANÁBANA (Annona muricata L.)

Parámetro	Unidad	Resultados
Recuento de Mohos	UFC/g	<10
Recuento de Levaduras	UFC/g	<10
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/g	7x10 ⁹
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	NMP/g	<3

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Norma o Referencia
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuentos de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio
Recuento de Aerobios Mesófilos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 120-124, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Método 1 (Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios)
Enumeración de Coliformes Totales (NMP)	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 131-134, 2da Ed. Reimpresión 2000. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes: técnica del Número Más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano).

Fin del documento.



LABORATORIO DE ENSAYO
INCERLAB
 Integral Analytical Services
 Jefatura
 Big. Geraldine Garaycochea Yañez
 ÁREA TÉCNICA
 CBP 8255

INSPECCIONES, CERTIFICACIONES Y LABORATORIOS

DEL PERU S.A.C.
 Jr. Bernardo Alcedo 263 2do Piso
 Lince - Lima
 Telefono: (+511) 318 7163

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de INCERLAB PERU S.A.C. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del prototipo o de lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de INCERLAB PERU S.A.C.

Página 1 de 1

www.incerlab.com