

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA
PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE
NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.)**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial

AUTORES:

ANDRÉS FERNANDO ANRRANGO SOLA

AMANDA MARICELA BURBANO POZO

DIRECTOR:

Ing. ÁNGEL EDMUNDO SATAMA TENE

IBARRA – ECUADOR

2011-2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA
PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE
NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.)**

Tesis revisada por el Director de la misma, y Biometrista de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Ángel Satama

Director de Tesis

Ing. Marco Cahueñas, M.Sc.

Biometrista

IBARRA – ECUADOR

2011-2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100321036-4
APELLIDOS Y NOMBRES:	Anrango Sola Andrés Fernando
DIRECCIÓN	Ibarra, Urbanización Yacucalle
EMAIL:	crazy_andy_616@yahoo.es
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:

DATOS DE CONTACTO 2	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040161400-3
APELLIDOS Y NOMBRES:	Burbano Pozo Amanda Maricela
DIRECCIÓN	Ibarra, Urbanización El olivo
EMAIL:	amyandy85@yahoo.es
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (<i>Opuntia ficus indica</i>) Y FRESA (<i>Fragaria vesca</i> L.)
AUTORES:	Anrango Andrés Burbano Amanda
FECHA:	28 de marzo del 2012
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
DIRECTOR:	Ing. Ángel Satama

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, ANRRANGO SOLA ANDRÉS FERNANDO, con cédula de ciudadanía Nro. 100321036-4 y BURBANO POZO AMANDA MARICELA con cédula de ciudadanía Nro.040161400-3 en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros. Ibarra, 30de mayo del 2012.

ACEPTACIÓN:

AUTOR: Andrés Fernando Anrrango Sola
C.I.: 100321036-4

AUTOR: Amanda Maricela Burbano Pozo
C.I.: 040161400-3

Esp. Ximena Vallejo
JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, ANRRANGO SOLA ANDRÉS FERNANDO, con cédula de ciudadanía Nro. 100321036-4 y BURBANO POZO AMANDA MARICELA con cédula de ciudadanía Nro.040161400-3; manifestamos la voluntad de ceder a la **Universidad Técnica del Norte** los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada: **ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca L.*)**, que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Anrrango Andrés
C.I.:100321036-4

.....
Burbano Amanda
C.I.: 040161400-3

Ibarra, 30 de mayo del 2012

FORMATO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FYCAYA – UTN

ANRRANGO SOLA ANDRÉS FERNANDO Y BURBANO POZO AMANDA MARICELA. **ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.)** / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agroindustrial. Ibarra. EC. Marzo 2012. 207p.

DIRECTOR: Ing. Satama Tene, Ángel Edmundo.

Influencia de factores como: dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes (Xilitol, Acesulfame de potasio, y Sucralosa), dosis de incorporación de bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, sobre la calidad final de mermelada apta para diabéticos utilizando mezcla de penca de nopal y fresa. La mezcla de edulcorantes se realizo en base a los límites establecidos por el CODEX STAN 192 – 1995, y el REAL DECRETO 2685/1976. Se evaluó las variables fisicoquímicas: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, fibra cruda, pH, proteína, sólidos solubles a 20°C, sólidos totales; microbiológica: mohos; y, organolépticas: color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grado de dulzura, acidez. Además se determino el rendimiento y costo de elaboración de los mejores tratamientos.

Fecha: 28 de marzo del 2012

.....
Ing. Satama Ángel
DIRECTOR DE TESIS

.....
AUTOR: Anrrango Andrés
C.I.: 100321036-4

.....
AUTOR: Burbano Amanda
C.I.: 040161400-3

PRESENTACIÓN

Las ideas, conceptos, datos, resultados, discusiones, conclusiones, y demás información que se presenta en esta investigación, son de exclusiva propiedad y responsabilidad de los autores.

Anrrango Sola Andrés Fernando

Amanda Maricela Burbano Pozo

DEDICATORIA

Dedicamos el presente proyecto de tesis a nuestros padres, ya que ellos nos han apoyado con mucho esfuerzo y dedicación muchos años de sus vidas, sembrando en nosotros principios y valores, para ser personas humanísticas y solidarias, comprometidas con el continuo mejoramiento de la sociedad.

Además, dedicamos la presente investigación a todas las personas que padecen de diabetes, ya que todos tienen derecho de buscar la manera de satisfacer sanamente, sus necesidades y deseos.

Andrés Fernando Amrango Bola

Amanda Maricela Burbano Rozo

AGRADECIMIENTO

Extendemos un cordial agradecimiento a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, y a todos sus catedráticos y personal administrativo.

De manera especial al Ing. Ángel Satama, Director de Tesis, por su participación activa y desinteresada al aportar sus conocimientos profesionales, para llegar a cumplir con los objetivos planteados en la misma.

Al Dr. José Luis Moreno, en su calidad de Analista del Laboratorio de uso múltiple de la FICAYA, por darnos todas las facilidades para desarrollar los análisis respectivos, en los laboratorios a su cargo.

Al Ing. Marco Cahueñas, por su valioso aporte en la revisión estadística.

A COMERCIAL DANESA CIA. LTDA., distribuidor de productos de la compañía DANISCO A/S, de Dinamarca, que nos facilitó información e insumos necesarios.

A la ECAA de la PUCES-I, que nos facilitó equipo de laboratorio, para la realización de la investigación.

A todos nuestros familiares y amigos que apoyaron, y colaboraron de distintas maneras, en forma desinteresada, para la realización del presente proyecto de tesis.

Los Autores

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 EL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 MERMELADAS	7
2.1.1 CONCEPTO DE MERMELADA	7
2.1.2 PRINCIPALES PARÁMETROS DE CALIDAD.....	8
2.1.2.1 Carbohidratos totales	9
2.1.2.2 Ceniza	10
2.1.2.3 Energía.....	10
2.1.2.4 Extracto etéreo	11
2.1.2.5 Extracto seco	12
2.1.2.6 Fibra cruda.....	12
2.1.2.7 Fibra dietética	12
2.1.2.8 Proteína.....	13

2.1.2.9	pH	14
2.1.2.10	Sólidos solubles	14
2.1.3	MATERIAS PRIMAS	15
2.1.3.1	NOPAL.....	15
2.1.3.1.1	Características de las especies de Nopal	15
2.1.3.1.2	Taxonomía del nopal.....	15
2.1.3.1.3	Morfología del Opuntia ficus-indica (L.).....	16
2.1.3.1.4	Composición química de los cladodios.....	16
2.1.3.1.5	Importancia nutritiva del Nopal	17
2.1.3.1.6	Propiedades funcionales del nopal	17
2.1.3.1.7	Cosecha del Cladodio.....	18
2.1.3.1.8	Poscosecha del Cladodio.....	19
2.1.3.1.9	Requisitos mínimos de calidad del nopal.....	20
2.1.3.2	FRESA.....	21
2.1.3.2.1	Características de las especies de Fresa	21
2.1.3.2.2	Taxonomía de la Fresa	21
2.1.3.2.3	Morfología de la Fragaria vesca L.	21
2.1.3.2.4	Composición química de la fresa	22
2.1.3.2.5	Importancia nutritiva de la fresa	22
2.1.3.2.6	Propiedades funcionales de la fresa	23
2.1.3.2.7	Cosecha de la fresa.....	23
2.1.3.2.8	Poscosecha de la fresa.....	24
2.1.4	INSUMOS	24
2.1.4.1	EDULCORANTES	24
2.1.4.1.1	Xilitol	25
2.1.4.1.2	Acesulfame de potasio	26

2.1.4.1.3	Sucralosa	27
2.1.4.2	BICARBONATO DE SODIO.....	27
2.1.4.3	PECTINA	28
2.1.4.4	ÁCIDO CÍTRICO	31
2.1.4.5	BENZOATO DE SODIO	31
2.2	MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA DIABÉTICOS.....	33
2.2.1	PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA	34
2.2.1.1	Recepción	34
2.2.1.2	Selección y Clasificación	34
2.2.1.3	Lavado, Desinfección y Enjuague.....	35
2.2.1.4	Extracción de la pulpa y tamizado.....	35
2.2.1.5	Concentración en la Paila Abierta	35
2.2.1.6	Envasado y Cerrado.....	36
2.2.1.7	Pasteurización y Enfriamiento.....	36
2.2.1.8	Etiquetado y Almacenamiento	37
CAPÍTULO III	39
MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1	MATERIALES	39
3.1.1	Materia prima e insumos.....	39
3.1.1.1	Materia Prima	39
3.1.1.2	Insumos.....	39
3.1.2	Materiales y equipos de proceso	40
3.1.2.1	Materiales	40
3.1.2.2	Equipos	40

3.2 MÉTODOS.....	41
3.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	41
3.2.2 PROCEDIMIENTOS PARA OBTENCIÓN DE RESULTADOS ...	41
3.2.3 FACTORES EN ESTUDIO.....	43
3.2.4 TRATAMIENTOS	44
3.2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	44
3.2.6 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO	45
3.2.7 TAMAÑO DE UNIDAD EXPERIMENTAL	45
3.2.9 ANÁLISIS FUNCIONAL	45
3.2.10 VARIABLES A EVALUARSE	46
3.2.10.1 Variables cuantitativas.....	46
3.2.10.2 Variables cualitativas.....	46
3.2.11 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	47
3.2.11.1 DETERMINACIÓN DE VARIABLES	47
a) DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS TOTALES	47
b) DETERMINACIÓN DE CENIZA	47
c) DETERMINACIÓN DE ENERGÍA	48
d) DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO	49
e) DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA	49
f) DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.....	50
g) DETERMINACIÓN DE pH.....	51
h) DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES A 20°C	52
i) SÓLIDOS TOTALES.....	52
j) DETERMINACIÓN DE COSTOS	53
k) DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO.....	53

1) DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO	53
m) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	54
3.2.12 Diagrama de bloques para la elaboración de mermelada dietética	55
3.2.13 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	56
3.2.13.1 Recepción	56
3.2.13.2 Pesado 1	57
3.2.13.3 Selección y Clasificación	57
3.2.13.4 Acondicionamiento.....	58
3.2.13.5 Pesado 2.....	58
3.2.13.6 Lavado	59
3.2.13.7 Desinfección	59
3.2.13.8 Trozado, extracción de la pulpa y tamizado	60
3.2.13.9 Pesado 3.....	62
3.2.13.10 Mezclado y acondicionamiento	62
3.2.13.11 Evaporación	63
3.2.13.12 Pesado 4.....	64
3.2.13.13 Envasado.....	65
3.2.13.14 Pasteurización.....	66
3.2.13.15 Sellado	66
3.2.13.16 Enfriamiento	67
3.2.13.17 Etiquetado.....	67
3.2.13.18 Almacenamiento.....	68

CAPÍTULO IV	69
RESULTADOS Y DISCUSIONES	69
4.1 MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS	69
4.2 VARIABLES EVALUADAS	70
4.2.1 Carbohidratos totales en la mermelada	70
4.2.2 Ceniza en la mermelada	79
4.2.3 Energía de la mermelada.....	87
4.2.4 Extracto etéreo en la mermelada.....	96
4.2.5 Fibra cruda en la mermelada.....	104
4.2.6 pH de la mermelada	111
4.2.7 Proteína en la mermelada.....	117
4.2.8 Sólidos solubles a 20°C en la mermelada.....	122
4.2.9 Sólidos totales en la mermelada.....	131
4.2.10 Evaluación microbiológica de los tratamientos	139
4.2.11 análisis sensorial del producto terminado	140
4.3 Rendimiento de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.	143
4.3.1 Balance de materiales y rendimiento del tratamiento siete.....	144
4.3.2 Balance de materiales y rendimiento del tratamiento cinco	146
4.4 Determinación del costo de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.	148
4.4.1 Costo fijo.....	148
4.4.2 Costo variable	149
4.4.3 Costo total	151

4.4.4 Costo Unitario.....	151
CAPITULO V	1522
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	1522
5.1 Conclusiones	1522
5.1 Recomendaciones.....	1566
RESUMEN	1577
SUMMARY	15959
BIBLIOGRAFÍA	1617

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.2: Requisitos de la mermelada de frutas.....	8
Cuadro 2.2: Taxonomía del nopal.....	15
Cuadro 3.2: Composición físico-química de cladodios frescos (% b.h.).....	16
Cuadro 4.2: Composición química de cladodios de distintas edades.....	16
Cuadro 5.2: Taxonomía de la Fresa.....	21
Cuadro 6.2: Composición química de la fresa (g/100g).....	22
Cuadro 7.2: Composición mineral de la fresa.....	23
Cuadro 8.3: Caracterización del área de estudio.....	41
Cuadro 9.3: Tratamientos estadísticos.....	44
Cuadro 10.3: Esquema del análisis de varianza.....	45
Cuadro 11.3: Variables cuantitativas en estudio.....	46
Cuadro 12.3: Variables cualitativas en estudio.....	46
Cuadro 13.4: Resultados de los análisis realizados en el nopal y fresa.....	70
Cuadro 14.4: Resultados de contenido de carbohidratos totales (g/100g).....	70
Cuadro 15.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	71
Cuadro 16.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.....	72
Cuadro 17.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes).	73
Cuadro 18.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)...	74
Cuadro 19.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	74
Cuadro 20.4: Resultados de contenido de ceniza (g/100g).....	79
Cuadro 21.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	80
Cuadro 22.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.....	81

Cuadro 23.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	81
Cuadro 24.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)...	82
Cuadro 25.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	82
Cuadro 26.4: Resultados de energía (Kcal/100g).....	87
Cuadro 27.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	88
Cuadro 28.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	89
Cuadro 29.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	90
Cuadro 30.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)...	90
Cuadro 31.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	91
Cuadro 32.4: Resultados de contenido de extracto etéreo (g/100g).....	96
Cuadro 33.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	97
Cuadro 34.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	98
Cuadro 35.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes).	99
Cuadro 36.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)...	99
Cuadro 37.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	100
Cuadro 38.4: Resultados de contenido de fibra cruda (g/100g).....	104
Cuadro 39.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	105
Cuadro 40.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	106
Cuadro 41.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	106

Cuadro 42.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	107
Cuadro 43.4: Resultados de pH	111
Cuadro 44.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	112
Cuadro 45.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	113
Cuadro 46.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	113
Cuadro 47.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio). 114	
Cuadro 48.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	114
Cuadro 49.4: Resultados de contenido de proteína (g/100g)	117
Cuadro 50.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	117
Cuadro 51.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	118
Cuadro 52.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	119
Cuadro 53.4: Resultados de contenido de Sólidos Solubles a 20°C (como sacarosa m/m)	122
Cuadro 54.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	123
Cuadro 55.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	124
Cuadro 56.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	125
Cuadro 57.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio). 125	
Cuadro 58.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final).....	126
Cuadro 59.4: Resultados de contenido de sólidos totales (g/100g).....	131
Cuadro 60.4: Análisis de varianza (ADEVA).....	131
Cuadro 61.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	132

Cuadro 62.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)	133
Cuadro 63.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio).	134
Cuadro 64.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)	134
Cuadro 65.4: Resultados del análisis microbiológico realizado al producto dietético tipo mermelada elaborada en la presente investigación	139
Cuadro 66.4: Pruebas de significación de las variables cualitativas	141
Cuadro 67.4: Costos fijos para la elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas (Tratamientos 7 y 5)	149
Cuadro 68.4: Costos variables de materia prima e insumos directos para el tratamiento siete	150
Cuadro 69.4: Costos variables de materia prima e insumos directos para el tratamiento cinco	150
Cuadro 70.4: Costos de mano de obra directa	151
Cuadro 71.4: Costos Indirectos de Fabricación	151
Cuadro 72: Rangos para el color del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	191
Cuadro 73: Rangos para el aroma del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	192
Cuadro 74: Rangos para la consistencia del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	193
Cuadro 75: Rangos para la untabilidad del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	194
Cuadro 76: Rangos para el sabor del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	195
Cuadro 77: Rangos para el grado de dulzura del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	196

Cuadro 78: Rangos para la acidez del producto dietético tipo mermelada utilizando penca de nopal y fresa	197
Cuadro 79: Información nutricional de mermelada de frutilla	200
Cuadro 80: Depreciación de materiales y equipos	201

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable carbohidratos totales	75
Grafico 2.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable carbohidratos totales	76
Grafico 3.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable carbohidratos totales	77
Grafico 4.4: Evaluación estadística de carbohidratos totales	78
Grafico 5.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable ceniza	83
Grafico 6.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable ceniza	84
Grafico 7.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable ceniza	85
Grafico 8.4: Evaluación estadística de contenido de ceniza.....	86
Grafico 9.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable energía	92
Grafico 10.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable energía	93
Grafico 11.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable energía	94
Grafico 12.4: Evaluación estadística del contenido de energía	95
Grafico 13.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable extracto etéreo	101
Grafico 14.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable extracto etéreo	102

Grafico 15.4: Evaluación estadística de contenido de extracto etéreo	103
Grafico 16.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable fibra cruda	107
Grafico 17.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable fibra cruda	108
Grafico 18.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable fibra cruda	109
Grafico 19.4: Evaluación estadística de contenido de fibra cruda	110
Grafico 20.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable pH	115
Grafico 21.4: Evaluación estadística del valor de pH en la mermelada	116
Grafico 22.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable proteína	119
Grafico 23.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable proteína	120
Grafico 24.4: Evaluación estadística de contenido de proteína	121
Grafico 25.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable sólidos solubles	127
Grafico 26.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos solubles	128
Grafico 27.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos solubles ..	129
Grafico 28.4: Evaluación estadística de sólidos solubles	130
Grafico 29.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable sólidos totales	135
Grafico 30.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos totales	136

Grafico 31.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos totales	137
Grafico 32.4: Evaluación estadística de solidos totales	138
Grafico 33: Datos promedio del color de la mermelada	191
Grafico 34: Datos promedio del aroma de la mermelada	192
Grafico 35: Datos promedio de la consistencia de la mermelada	193
Grafico 36: Datos promedio de la untabilidad de la mermelada	194
Grafico 37: Datos promedio del sabor de la mermelada	195
Grafico 38: Datos promedio del el grado de dulzura de la mermelada	196
Grafico 39: Datos promedio de la acidez de la mermelada	197
Grafico 40: Concentración de % de sólidos solubles a lo largo del proceso de evaporación	199

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.3: Determinación de ceniza	48
Fotografía 2.3: Determinación de extracto etéreo	49
Fotografía 3.3: Determinación de fibra cruda	50
Fotografía 4.3: Determinación de proteína	51
Fotografía 5.3: Determinación de pH	51
Fotografía 6.3: Determinación de sólidos solubles a 20°C	52
Fotografía 7.3: Determinación de sólidos totales	53
Fotografía 8.3: Determinación aceptabilidad del producto	54
Fotografía 9.3: Determinación de mohos (campos+).....	55
Fotografía 10.3: Recepción del nopal	56
Fotografía 11.3: Recepción de la fresa	56
Fotografía 12.3: Pesado I	57
Fotografía 13.3: Selección y clasificación	57
Fotografía 14.3: Acondicionamiento nopal y fresa	58
Fotografía 15.3: Pesado II	58
Fotografía 16.3: Lavado	59
Fotografía 17.3: Desinfección	60
Fotografía 18.3: Extracción de pulpa y tamizado de nopal	61
Fotografía 19.3: Troceado de la fresa	61
Fotografía 20.3: Medición de ° Brix a 20°C, de la fresa y el nopal	62
Fotografía 21.3: Pesado III	62
Fotografía 22.3: Mezclado y acondicionamiento	63
Fotografía 23.3: Evaporación	64
Fotografía 24.3: Pesado IV	65

Fotografía 25.3: Esterilización de envases y envasado de producto dietético tipo mermelada	65
Fotografía 26.3: Pasteurización	66
Fotografía 27.3: Sellado	66
Fotografía 28.3: Enfriamiento	67
Fotografía 29.3: Etiquetado	67
Fotografía 30.3: Almacenamiento	68
Fotografía 31: Autoclave	204
Fotografía 32: Balanza analítica	204
Fotografía 33: Potenciómetro	204
Fotografía 34: Refractómetro	204
Fotografía 35: Termómetro digital	205

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A1: COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO SOBRE LOS ALIMENTOS DESTINADOS A LAS PERSONAS AFECTADAS DE PERTURBACIONES DEL METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS (DIABÉTICOS).....	167
ANEXO A2: REAL DECRETO 2685/1976.....	176
ANEXO A3: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA. CONSERVAS VEGETALES. MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS. INEN 419.....	183
ANEXO A4: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS. INEN 2337.....	184
ANEXO B1: FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL	185
ANEXO B2: MÉTODO DE EVALUACIÓN SENSORIAL	186
ANEXO B3: SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE DEGUSTACIÓN ORGANOLÉPTICA	188
ANEXO B4: CERTIFICADO DE DEGUSTACIÓN	189
ANEXO B5: MUESTRA DE FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL	190
ANEXO B6: MÉTODO DE EVALUACIÓN SENSORIAL	191
ANEXO C1: ESCALA COLORIMÉTRICA- MUNSELL COLOR SYSTEM 7.5 GY (Green Yellow)	198
ANEXO C2: CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES A LO LARGO DEL PROCESO DE EVAPORACIÓN	199
ANEXO D1: INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE MERMELADA DE FRUTILLA	200

ANEXO D2: DEPRECIACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL Y FRESA	201
ANEXO E1: RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS EN MATERIAS PRIMAS	202
ANEXO E2: RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS EN PRODUCTO FINAL	203
ANEXO F1: FOTOGRAFÍAS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN	204
ANEXO F2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL TERMÓMETRO DIGITAL MARCA TRACEABLE®	206
ANEXO G1: ARTÍCULO CIENTÍFICO	207

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 EL PROBLEMA

La escasez de investigación para el desarrollo de productos dietéticos para consumidores especiales con problemas de diabetes, origina que la mayoría de fábricas elaboren alimentos tradicionales, dejando de lado productos como “mermeladas dietéticas”, que podrían ser aceptadas en el mercado por los consumidores, debido a sus cualidades nutricionales, funcionales, e hipocalóricas.

En la provincia de Imbabura perteneciente a la zona norte del Ecuador, se pueden aprovechar dos materias primas que se ajustan a este tipo de producto como son la fresa y el nopal. Siendo la Fresa depreciada debido a la existencia de saborizantes artificiales que se utilizan en la industria de conservas, cultivándose en las zonas de Peguche y Huayco Pungo del cantón Otavalo; y, del Nopal su cladodio es desaprovechado, debido al desconocimiento de sus bondades y sabor “desagradable”, el cual se obtiene en las zonas áridas del cantón Ibarra.

Además, debido a la limitada investigación acerca de este tipo de mermelada, se desconoce cuál sería la influencia de factores importantes como: la dosis de edulcorantes, en el grado de dulzor del producto; dosis de bicarbonato de sodio, para neutralizar las sales de calcio presentes en el mucilago del Nopal; y, temperatura de concentración final, todas en la calidad final del producto.

Al ser este un producto inexistente, no se tienen datos iniciales para conocer cuál sería su costo de fabricación y rendimiento, para ser una posible fuente de desarrollo y/o fortalecimiento de empresas Agroindustriales en el país.

Por lo tanto, la inexistencia de un proceso y formulación, para la elaboración de mermelada dietética apta para consumidores diabéticos a partir de mezcla de Nopal y Fresa, hace que la Agroindustria no se amplíe hacia nuevos campos de mercado, con productos innovadores, que solucionen los problemas de alimentación en la sociedad actual.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el Ecuador, los productos catalogados como aptos para diabéticos, tienen amplias expectativas de éxito ya que este tipo de producto es escaso, y el consumidor siente un gran deseo de adquirir productos edulcorados, por su impedimento de ingerir alimentos endulzados con sacarosa a los que estaban acostumbrados y/o evitar sentirse excluidos de la sociedad. Teniéndose el dato que según el Ministerio de Salud Pública los casos notificados para diabetes mellitus en el 2010 fueron de 92.629, y a nivel mundial según la OMS unos 220 millones de personas con diabetes, lo que brinda una perspectiva positiva para las empresas agroindustriales.

Las mermeladas son productos muy difundidos y conocidos en el sector comercial, siendo una excelente alternativa de elaboración, y también, buen medio para dar valor agregado a las materias primas, debido a que no necesita tecnología sofisticada para su fabricación.

Una manera de obtener una mermelada atractiva para los consumidores, es realizando una mezcla innovadora de nopal con fresa, siendo ambas altamente beneficiosas para la salud; pero el nopal, es una planta cuyo consumo no es difundido y se desconoce sus bondades como alimento; en tanto, la fresa es un

eterio muy conocido y apetecido en el mercado, siendo esta la clave atractiva hacia el consumidor.

El desarrollo de un proceso nuevo y su cantidad de ingredientes, para elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas, permite determinar la influencia de factores como: la dosis de edulcorantes, dosis de bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, en la calidad final y aceptación del producto.

En cuanto a lo ambiental, la elaboración de este tipo de producto no ocasiona mayor impacto en el medio ambiente, debido a que sus residuos no contaminan el medio, son de fácil tratamiento, y se los puede utilizar para la elaboración de nuevos productos, como por ejemplo: compost para cultivos, materia prima para formular balanceados, etc.

Por lo tanto la investigación de: ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.); es plenamente justificable, ya que tiene alta posibilidad de ser aceptada en el mercado actual, con amplias expectativas de rentabilidad y sustentabilidad; y, además la posibilidad de ser una valiosa fuente de: información, base de investigación de productos similares ó afines a futuro, e iniciativa para el desarrollo de nuevos alimentos dietéticos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y fresa (*Fragaria vesca* L.).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia de diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, en la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas, utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.
- Evaluar las variables: microbiológica: mohos; fisicoquímicas: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, fibra cruda, pH, proteína, sólidos solubles a 20°C, sólidos totales; y, organolépticas: color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grado de dulzura, acidez.
- Determinar los rendimientos y costos de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

1.4. HIPÓTESIS

Ha: Los diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, influyen en la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas, utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Ho: Los diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, no influyen en la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas, utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MERMELADAS

2.1.1 CONCEPTO DE MERMELADA

Según la NORMA CODEX PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS (CODEX STAN 296-2009), Mermelada sin frutos cítricos: “es el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce... hasta obtener un producto semi-líquido o espeso/viscoso.”

EL INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (NTE INEN 419, 1988), define: “Mermelada de frutas: producto obtenido por cocción de ingredientes de fruta..., mezclado con azúcares, otros ingredientes permitidos y concentrado hasta obtener la consistencia adecuada.”

Por lo tanto se define que: “Mermelada es una conserva de textura firme, untosa, sin llegar a ser dura, producto de la concentración por medios físicos como el calor, elaborada a partir de fruta (s), entera (s), en trozo (s), o en forma de pulpa, mezclada con edulcorantes naturales y otros insumos permitidos por la ley” (Los autores, 2011).

2.1.2 PRINCIPALES PARÁMETROS DE CALIDAD

Los principales parámetros de calidad para una mermelada están establecidos en las normas, entre ellas la INEN 419, que menciona los siguientes requisitos que deben reunir la mermelada de frutas:

Cuadro 1.2: Requisitos de la mermelada de frutas

Características	Unidad	Mín	Max	Método de ensayo
Sólidos solubles (20°C)	%m/m	65	-	INEN 380
pH		2.8	3.5	INEN 389
Ácido ascórbico	mg/kg	-	500	INEN 384
Dióxido de azufre	mg/kg	-	100	*
Benzoato sódico, sorbato potásico, solo o combinados	mg/kg	-	1000	*
Mohos	% campos positivos	-	30	INEN 386
Cenizas	% m/m		**	INEN 401

Fuente: CONSERVAS VEGETALES MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS NTE INEN 419. 1 988. p.4.

Las mermeladas aptas para diabéticos, según el REAL DECRETO 2685/1976, deberán: “Contener menos de un 8 por 100 m/m. de azúcares que no figuren en los indicados en el 2.2 (Como edulcorantes naturales sustitutivos del azúcar pueden emplearse la fructosa, el sorbitol, el manitol y el xilitol, y en el caso de los artificiales, la sacarina, y el ciclamato y sus sales sódicas, potásicas y cálcicas. Cuando contengan sorbitol, la proporción del mismo en el producto será tal que su consumo no suponga una ingestión diaria superior a 40 gramos)....., en el producto listo para el consumo”.

La COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, en su INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO SOBRE LOS ALIMENTOS DESTINADOS A LAS PERSONAS AFECTADAS DE PERTURBACIONES DEL METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS

(DIABÉTICOS), realizado en Bruselas, el 2008, informa de las normas vigentes en varios estados miembros de la UE, teniendo entre ellas: “La normativa francesa (Decreto nº 91-827 modificado), dispone que en los productos alimenticios que se ofrecen como pobres en hidratos de carbono, el peso total de los hidratos de carbono asimilables debe ser inferior al 50 %, del contenido de productos alimenticios normales análogos”.

2.1.2.1 CARBOHIDRATOS TOTALES

Los carbohidratos totales, son todos los “compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno..... Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O)” (Latham, M., 2002); se determinan mediante “la diferencia del contenido de proteínas, grasa, ceniza, humedad, por sustracción del peso total del alimento, y el resto se considera que es la cantidad de carbohidrato” (FAO, 1999).

“Los carbohidratos por diferencia incluyen sacáridos disponibles (azúcares y polisacáridos), no disponibles (oligosacáridos, celulosa, hemicelulosa, pectina, gomas, mucílagos, etc.), ácidos orgánicos (acético, málico, cítrico, láctico, etc.), polialcoholes (sorbitol, xilitol, etc.) y otros compuestos (lignina, compuestos fenólicos, etc.). Si se resta además el valor de fibra alimentaria tendremos un valor de carbohidratos disponibles por diferencia; si se resta el valor de fibra cruda en esta sustracción entonces obtendremos la fracción libre de nitrógeno. (.....) Los sacáridos disponibles son digeridos y absorbidos en el intestino delgado. Los no disponibles son los sacáridos que no pueden ser atacados por las enzimas digestivas intestinales y que son fermentados por la microflora del colon. (.....) Los polialcoholes son absorbidos en poca cantidad en el intestino delgado y fermentados en el colon, y los ácidos orgánicos, que se absorben totalmente; los polialcoholes son sacáridos pero no así los ácidos orgánicos ” (Hernández, M., *et al.*, 1999, p.352, 353).

“El extracto libre de nitrógeno (ELN), como también se le conoce, representa la fracción de los carbohidratos solubles ó asimilables de los alimentos (azúcares simples y almidón)” (Castel, J., *et al.*, 2003).

2.1.2.2 CENIZA

“Las cenizas son el residuo que queda después de la incineración de una masa de alimento” (Hernández, M., *et al.*, 1999). “Desde el punto de vista nutricional, el registro del valor de las cenizas tiene escaso valor, salvo para proporcionar una información aproximada del material inorgánico total, y verificar la técnica en la destrucción de la matriz. Naturalmente, el valor de las cenizas totales es esencial cuando es necesario calcular los carbohidratos por diferencia” (Greenfield, H. y Southgate D., 2006).

“Para su determinación se toma una cierta cantidad de alimento previamente pesada y se combustiona totalmente en una mufla u horno a 500 °C. Toda la materia orgánica del alimento se incinera y sólo quedarán los compuestos inorgánicos. A estas temperaturas se produce una pérdida de ciertos minerales como el Ca y el P, y la volatilización de otros como Na, K y Cl. La fracción resultante se denomina cenizas” (Caravaca, R., *et al.*, 2003).

2.1.2.3 ENERGÍA

“La información sobre el valor energético es esencial para realizar estudios nutricionales sobre balance energético o para planificar dietas destinadas a tratar la malnutrición calórica o la obesidad” (Hernández, M., *et al.*, 1999), se determina de varias maneras, una de ellas es mediante cálculo, teniendo en cuenta que “la grasa produce alrededor de 9 Kcal/g, que es más del doble de la energía liberada por los carbohidratos y las proteínas aproximadamente 4 Kcal/g” (Latham, M., 2002), valores que fueron “propuestos a principios de siglo por Atwater..... Sin embargo aunque Atwater estableció unos factores específicos para cada tipo de alimento con la finalidad de calcular el contenido de EM en alimentos individuales y propuso los factores generales para calcular el aporte de EM de

dietas norteamericanas variadas, estos últimos se utilizaron ampliamente para calcular la EM de alimentos individuales” (Hernández, M., *et al.*, 1999).

“El contenido energético total de una sustancia suele medirse en kilocalorías (Kcal) o en kilo-julios (kj), la primera forma es la más usual en nutrición, si bien la unidad oficial es el julio, que fue adoptado como unidad internacional de energía y trabajo (Systeme international d’Unités---SI---), y la forma de transición de unas unidades a otras es multiplicando Kcal por 4.128, y en forma contraria, multiplicando kj por 0,2422.

La caloría es la cantidad de calor que hay que aportar a un mililitro de agua para aumentar un grado Celsius su temperatura. Por tanto, una Kcal es la unidad de calor que hay que aportar a 1 litro de agua para aumentar un grado Celsius su temperatura. La elevación de la temperatura se suele tomar entre 14,5°C y 15,5°C” (Moreno, R., 2000, p.165).

2.1.2.4 EXTRACTO ETÉREO

Según Hernández, M., *et al.* (1999) p.352, “el extracto etéreo valorado gravimétricamente se denomina *lípidos totales, grasa total, grasa bruta* o sencillamente *grasa*; Dentro de esta fracción de lípidos totales, se incluyen los acilglicéridos, glucosilacilglicéridos, fosfoglicéridos, esfingolípidos, ceras, y lípidos no saponificables como los terpenos (carotenoides, vitaminas A, E y K) y esteroides. También pueden encontrarse ácidos grasos libres pero en cantidades poco significativas”.

“Desde el punto de vista químico, tiene la consideración de lípido todo componente orgánico que incorpora en su estructura algún ácido graso. La mayoría de ellos son ésteres formados entre los ácidos grasos y un alcohol: glicerol, alcohol alifático de cadena, esterol, etc. Al ser ésteres de ácidos orgánicos hidrófobos, sus procesos de síntesis y degradación transcurren según reacciones lentas, aunque reversibles. (.....) No solo contribuyen a las propiedades sensoriales de sabor, y olor, sino que aportan suavidad a la textura, facilitan la masticabilidad y proporcionan una sensación de saciedad cuando son consumidos” (Bello, José., 2000, p.107, 108).

2.1.2.5 EXTRACTO SECO

Según la NTE INEN 382, “Extracto seco. Es la cantidad de sólidos totales presentes en una muestra de conservas vegetales, entendiéndose por sólidos totales las sustancias que no volatilizan.....”.

2.1.2.6 FIBRA CRUDA

Según la norma NTE INEN 542, “*Fibra cruda*: es el residuo insoluble obtenida del tratamiento de la muestra de alimentos para animales, determinada mediante procedimientos normalizados”; y, Hernández, M., *et al.* (1999) p.125, menciona que: “el término *fibra cruda* se utiliza para designar el residuo (principalmente celulosa, hemicelulosa, y lignina) que se obtenía después de la extracción de los vegetales con éter y posteriormente con ácido y álcali débiles”. “La fibra cruda es un método de análisis que nos da una valoración de la cantidad de hidratos de carbono no digeribles para animales monogástricos. Se trata de una medida poco precisa, pero universalmente adoptada, que indica de forma poco rigurosa la mayor o menor digestibilidad de los alimentos en función de su contenido de fibra cruda” (Caravaca, R., *et al.*, 2003).

2.1.2.7 FIBRA DIETÉTICA

Fibra dietética es “<aquella parte de los oligosacáridos y polisacáridos y sus derivados (hidrofílicos) que no pueden ser descompuesta en componentes absorbibles por las enzimas digestibles humanas en el estomago é intestino delgado; incluyendo la lignina>. Esta definición incluye todos los tipos de carbohidratos complejos que no pueden ser digeridos en el intestino delgado, y que por lo tanto, alcanzan el colon, y se consumen en forma habitual en la dieta en cantidades razonables. (...). Esta definición incluye, por tanto, los polisacáridos no almidón con origen

en la pared de la plantas (por ejemplo: gomas, mucilagos, pectinas, inulina), almidón resistente y oligosacáridos (por ejemplo: fructo-oligosacáridos). El termino derivados hidrofílicos incluyen los oligosacáridos y polisacáridos portadores de azúcares sustituidos (por ejemplo: ácido urónico, N-acetil- glucosamina). Asimismo, los derivados semisintéticos están incluidos en la definición (por ejemplo: povidona). Esta definición ha sido admitida por los fabricantes e industriales de la alimentación” (Hernández, M., *et al.*, 1999. p. 126).

2.1.2.8 PROTEÍNA

“Las proteínas, como los carbohidratos y las grasas, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pero también contienen nitrógeno y a menudo azufre. Son muy importantes como sustancias nitrogenadas necesarias para el crecimiento y la reparación de los tejidos corporales” (Latham, M., 2002).

Según la NTE INEN 543, “*Contenido de proteínas en alimentos para animales.* Es la cantidad de nitrógeno total, expresado, convencionalmente como contenido de proteína, y determinada mediante procedimientos normalizados”.

Los valores de proteína bruta, se obtienen: “determinando el contenido de nitrógeno total mediante el método Kjeldahl, y multiplicando este valor por un factor específico basado en el contenido medio de nitrógeno de las proteínas presentes en unos determinados alimentos. Es posible que..... en lugar de factores específicos se use el factor general: 6,25 gramos de proteína por gramo de nitrógeno total” (Hernández, M., *et al.*, 1999).

“La desnaturalización de las proteínas en un espectro de temperatura de 60 a 90°C, limita la bioactividad de algunas de ellas, (.....). Además, las proteínas pueden reaccionar tanto con azúcares reductores como no reductores” (Gil, A., 2010).

“La desnaturalización de proteínas implica la pérdida de estructura cuaternaria, terciaria, y eventualmente secundaria de las proteínas. Ello significa que las proteínas pierden su potencial actividad biológica (antinutritiva, enzimática, tóxica, etc.) pero no pierden su valor nutritivo, ya que no se altera la cadena polipeptídica. En algunos casos, la desnaturalización de proteínas implica un aumento notable del valor nutritivo, ya que a una mejor digestibilidad se suma la inactivación de sustancias que actúan como antinutrientes. Desde el punto de vista de las propiedades funcionales de las proteínas, la desnaturalización provoca cambios importantes, normalmente irreversibles, siendo destacables entre estos la pérdida de solubilidad y capacidad para retener agua, que se traduce, entre otros, en cambios de textura. La temperatura y los tratamientos mecánicos son ejemplos de agentes físicos que frecuentemente provocan la desnaturalización de proteínas” (Hernández, M., *et al.*, 1999).

2.1.2.9 pH

“Una definición aproximada de pH es el logaritmo negativo de concentración de H^+ Una disolución es ácida si $[H^+] > [OH^-]$. Una disolución es básica si $[H^+] < [OH^-]$. A 25°C una disolución ácida tiene un pH inferior a 7 y una disolución básica tiene un pH superior a 7” (Harris, D., 2003).

2.1.2.10 SÓLIDOS SOLUBLES

Según la NTE INEN 380, el “contenido de sólidos solubles por el método refractométrico: concentración de sacarosa (en porcentaje de masa), en una solución acuosa, que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones de concentración y temperatura especificadas” (20°C).

2.1.3 MATERIAS PRIMAS

2.1.3.1 NOPAL

2.1.3.1.1 Características de las especies de Nopal

En general resisten temperaturas de entre 16°C, 28°C, y 35°C; prospera con precipitaciones medias anuales de 150 mm hasta 800 mm; y puede cultivarse de 800 a 1800 msnm (INE, México, 1994), lo que las hace atractivas para cultivarlas en la zona subtropical seca y árida (Pollock, M., 2003). Además una de las mejores especies para la obtención de cladodios es la variedad indica (Sáenz, C. *et al.*, 2006).

2.1.3.1.2 Taxonomía del nopal

Cuadro 2.2: Taxonomía del nopal

Clasificación científica	
Reino	Vegetal
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Orden	Opuntiales
Familia	<i>Cactaceae</i>
Género	<i>Opuntia</i>
Especie	Ficus
Variedad	Indica
Nombre científico	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.)
Nombre común	Nopal, tuna, chumbera, chumbo, etc.

Fuente: Sáenz, C. *et al.*, 2006. Adaptado por los autores.

2.1.3.1.3 Morfología del *Opuntia ficus-indica* (L.)

La *Opuntia ficus-indica*, consta de las partes: raíz, tallo, flor y fruto; pero debido a que el tallo o cladodio es la materia prima, se detalla a continuación:

Según Reyes, J. y *col* (2005), Bravo- Holis (1978), p.79-81, y Sáenz, C. *et al.* (2006): Los cladodios son elípticos, ovalados y rómbicos, de dos a tres años de edad tienen de 30 a 44cm de largo, 18 a 25 cm de anchura, y 1,8 a 2,3 cm de grosor; por lo general verde pálido (Munsell color 2.5GY 6/2 a 8/2), a oscuro (7.5GY 7/4); los frutos son dulces, jugosos, de color amarillo, anaranjado, rojo, con mucha pulpa y cáscara delgada.

2.1.3.1.4 Composición química de los cladodios

Cuadro 3.2: Composición físico-química de cladodios frescos (% b.h.)

Agua	Proteínas	Lípidos	H. C.	Fibra	Ceniza	pH	Acidez
91	0,94 – 1,5	0,11 – 0,20	2,43-5,96	0,3 – 3,5	0,08-1,6	4,4 – 5,2	0,1 – 0,5

Fuentes: Rodríguez-Félix y Cantwell (1988), citado por Sáenz C. *et al.* (2006). p.13. Guzmán, D. y Chávez. J. (2007) p.44. Adaptado por los autores, 2011.

Cuadro 4.2: Composición química de cladodios de distintas edades (% m.s.)

Edad (años)	Descripción	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra cruda	ELN
0,5	Renuevos o nopalitos	9,4	1,00	21,0	8,0	60,6
1	Penca	5,4	1,29	18,2	12,0	63,1
2	Penca	4,2	1,40	13,2	14,5	66,7

Fuente: López *et al.* (1997), citado por Sáenz C. *et al.* (2006). p.13.

Como se puede apreciar en el cuadro 4.2, " la fibra cruda aumenta con la edad del cladodio (.....). El contenido de ceniza no sigue la misma tendencia, ya que los renuevos presentan un contenido mayor de cenizas que los tallos y pencas; dicha

variación se debería a la serie de compuestos y elementos que conforman la ceniza y la estrecha relación que estos con la química de suelos y a los complejos fenómenos de la disponibilidad de sus elementos para la planta” (Bravo, 1978, citado por Sáenz C. *et al.*, 2006).

La fibra del cladodio según su solubilidad en agua es soluble (mucílagos, gomas, pectinas y hemicelulosa) o insoluble (celulosa, lignina) (Atalah y Pak 1997). El mucílago, es un heteropolisacárido (Cárdenas et al., 1997), que se presenta en los tejidos como sal de calcio (Cl_2Ca), y según la concentración de este elemento depende su viscosidad; teniéndose en mayores cantidades de calcio la formación de geles más rígidos, y en ausencia forma geles de menor fortaleza mecánica. (Trachtenberg y Meyer, 1982), citado por Quevedo, K. *et al.* (2005).

2.1.3.1.5 Importancia nutritiva del Nopal

El cladodio es una verdura con alto contenido de fibra dietética, siendo de esta el 30% fibra soluble, e insoluble el 70%, lo que lo vuelve ideal para problemas digestivos; también posee proteínas, carbohidratos, y es baja en grasa, que le confieren apenas 14 Kcal/100 g ms, o 27 Kcal/100g de nopal crudo (INE, México, 1994); como antioxidantes posee vitamina C (11 mg/100 g), niacina (0,3 mg/100g); además de ser rica en calcio (93 mg de Ca/ 100 g), potasio (166 mg/ 100g), con bajo contenido de sodio (2 mg/ 100 g).

2.1.3.1.6 Propiedades funcionales del nopal

Según la bibliográfica consultada referente al tema, en resumen el nopal tiene las siguientes propiedades funcionales:

Efecto hipoglucemiante: El consumo de nopal reduce la absorción de los azúcares por el intestino, efecto atribuido a la fibra soluble y a los aminoácidos

presentes (proveen de energía), lo que hace que se reduzca la digestión de carbohidratos y la producción de insulina disminuya.

Reducción de colesterol y problemas cardiacos: Los aminoácidos, la fibra y la niacina (convierte el colesterol malo LDL en bueno HDL) previenen que el exceso de azúcar en la sangre se convierta en grasa. Además ayuda a reducir la absorción y reabsorción de grasas e incrementar la excreción de colesterol y los triglicéridos, debido a que su fibra tiene la capacidad de ligar ácidos biliares y acelera la secreción de estos.

Reducción de peso: Las fibras insolubles que contiene, crean una sensación de saciedad, haciendo que disminuya el hambre de las personas, y ayudan a una buena digestión debido a que apoya en la regulación del movimiento intestinal.

Fortalecimiento del sistema inmunológico: El Nopal contiene vitaminas A, B, C, minerales y fibras que en conjunto con los aminoácidos ayudan a eliminar toxinas, a desintoxicar y soportar al hígado, otros órganos y al cuerpo en general.

Capacidad Antioxidante: Los fenoles (ácido benzoico) presentes en el nopal tienen actividad secuestradora de radicales libres.

2.1.3.1.7 Cosecha del Cladodio

Según la NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL (CODEX STAN 185-1993), los cladodios se deben cosechar cuando alcanzan una longitud entre 9 a 30 cm; esto dependerá de las exigencias del consumidor y del mercado.

Con un buen sistema de cultivo, la producción inicia 2 a 3 meses luego de la plantación. Se puede obtener brotes durante todo el año, teniéndose en promedio 3 brotes por planta durante los primeros meses, pudiéndose cortar cada 8 a 15 días. (INE, México, 1994).

La cosecha del cladodio se debe realizar, utilizando un cuchillo, cortando la base de la penca, justo en la unión de la base entre la penca y el brote (INE, México, 1994). Recomendándose realizarlo de dos a tres horas después de la salida del sol con el fin de evitar un contenido alto de acidez, teniéndose cuidado de no dañar la base del cladodio, para evitar la entrada de microorganismos e incrementar la pérdida de peso durante el manejo posterior (Sáenz, C. *et al.*, 2006).

2.1.3.1.8 Poscosecha del Cladodio

“Una vez cosechados los cladodios, mientras menor es el tamaño del cladodio, mayor será su tasa de respiración, transpiración, y producción de etileno, incrementándose proporcionalmente en relación a la temperatura a la que se encuentre conservado, afectando su tiempo de conservación" (Sáenz, C. *et al.*, 2006).

La mejor manera de conservarlos es utilizando bolsas de polietileno abiertas, a una temperatura de 5 °C, y 90 a 95% de HR. Temperatura a la cual se reducen los factores que influyen en su deterioro, incrementándose su tiempo de conservación hasta tres semanas (Cantwell *et al.*, 1992), tiempo en el cual además no se presentan síntomas de daño por frío como son oscurecimiento o manchado de la cáscara y ablandamiento del producto (Ramayo *et al.*, 1978; Nerd *et al.*, 1997). A la vez que se conservan la mayoría de nutrientes presentes en el cladodio (Rodríguez, F., y Villegas, O., 1997), citados por Sáenz, C. *et al.*, 2006.

2.1.3.1.9 Requisitos mínimos de calidad del nopal

Según la NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL (CODEX STAN 185-1993, p.1), los requisitos mínimos de calidad son:

- “estar enteros;
- estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- ser de consistencia firme;
- estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;
- estar exentos de espinas;
- estar exentos de manchas pronunciadas;
- estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto”.

2.1.3.2 FRESA

2.1.3.2.1 Características de las especies de Fresa

Las fresas pertenecen a la familia de las Rosáceas y el género *Fragaria*; son plantas perennes, que requieren suelos ricos en materia orgánica, clima templado y frío con temperaturas entre los 15 y 23°C, una altura que va entre 1.000 a 2.500 m.s.n.m. (MINISTERIO DE AGRICULTURA DE GUATEMALA, 1981).

2.1.3.2.2 Taxonomía de la Fresa

Cuadro 5.2: Taxonomía de la Fresa

Clasificación científica	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Género:	<i>Fragaria</i>
Especie:	<i>vesca</i>
Nombre Científico	<i>Fragaria vesca</i> L.
Nombre Común	Fresa, frutilla

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Fragaria_vesca. Adaptado por los autores

2.1.3.2.3 Morfología de la *Fragaria vesca* L.

La *Fragaria vesca* L. es una planta rastrera que puede alcanzar los 20 cm de altura según http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_fresa.pdf. Esta planta está constituida por tallos cortos, de raíces fibrosas y poco profundas, las hojas son pecioladas, la flor es hermafrodita, dando lugar cada óvulo fecundado a un fruto de tipo aquenio. Siendo lo que se consume de esta planta un eterio (receptáculo floral engrosado y carnoso) de color rojo, dulce, ácido y aromático,

cuya función es contener dentro de sí los frutos de la planta (SERVICIO NACIONAL DE SALUD Y CALIDAD AGOALIMENTARIA, ARGENTINA). Los eterios tienen una longitud entre 2,8 y 3,3 cm, diámetro entre 2,3 a 3 cm, y un peso entre 19 y 23 g (Cordenunsi 2002, citado por Nunes, M., 2006).

2.1.3.2.4 Composición química de la fresa

Cuadro 6.2: Composición química de la fresa (g/100g)

Agua	Proteína	Lípidos	Fibra	C.T.	Ceniza
89,6-91,6	0,70-0,81	0,4-0,5	1,7 – 2,3	5,5-7	1,69

Fuente: Ortega y *Cols.*, citado por Aranceta, J., 2006; Gil, A., 2010; Astiasarán Iciar *et al.*, 2003. Adaptado por los autores, 2011.

La acidez es de 0,74 a 1,26 g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca (Skupién y Oszmiański, 2004); y el pH oscila entre 3,4 y 3,7 (Olsson, 2004), citados por Nunes, M., 2006.

2.1.3.2.5 Importancia nutritiva de la fresa

La fresa aporta de 34 a 35 Kcal/100g de fruta fresca; rica en fibra de la cual el 74% es insoluble y 26% es soluble (Gil, A., 2010).

El contenido de sólidos solubles se encuentra entre 6,24 y 6,9 °Brix en las fresas del cultivo ecológico y entre 6,54 y 7,42°Brix en las del cultivo convencional (Nunes, M., 2006). De los cuales los azúcares contenidos en 1g/100g de fruta fresca, indica un rango de fructosa comprendido entre 2,4 y 3,3 g/100 g, glucosa entre 1,63 y 2,8 g/100 g, y sacarosa entre 0,11 y 1,85 g /100g (Strum, 2003, citado por Nunes, M., 2006). El contenido de vitamina C es de 60mg/100g (Gil, A., 2010).

Cuadro 7.2: Composición mineral de la fresa

Mineral	Na	k	Ca	Mg	P	Fe	Zn
Unidad							
mg/100g	2	150	30	13	26	0,7	0,09

Fuente: Matiax (2009), citado por Gil Hernández, Ángel (2010). p.173.

2.1.3.2.6 Propiedades funcionales de la fresa

Sus principales funcionalidades son: hipoglucemiante, control de colesterol, antioxidantes al contener altas cantidades de vitamina C y ácido elálgico (polifenol), previniendo además enfermedades como el cáncer. (Maas *et al.* 1996, citado por Bajaj, Y., 2001). Siendo sus funcionalidades análogas a las del Nopal, ya que poseen similar composición química.

2.1.3.2.7 Cosecha de la fresa

Se debe realizar durante las primeras horas del día, cortándose la fruta con el pedúnculo y cuando este madura (que tenga la mitad o los 2/3 de la superficie color rojo o rosa) (MINISTERIO DE AGRICULTURA. INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA AGRICULTURA, Guatemala, 2003). Se puede cosechar cerca de 450 g o más de fruta por planta. (Pollock, M., 2003).

El índice de calidad vendría a ser dado por su apariencia, firmeza, sabor y valor nutricional. Debe tener un 7% de sólidos solubles y máximo 0,8% de acidez titulable (Mitcham, y *col.*, 2002).

2.1.3.2.8 Poscosecha de la fresa

La fresa se conserva durante 5 a 7 días a 0°C con 90 a 95% HR (McGregor, B.M. 1989), por lo que se consideran de un grado de perecimiento muy alto (Kader, A., 1993), citados por Kitinoja y Kader (1995). Por ello se las debe enfriar tan pronto como sea posible después de la cosecha debido a que los retrasos mayores a 1 hora reducen el porcentaje de fruta comerciable, reduciendo además la tasa de respiración, producción de etileno, e inactivación de los microorganismos causantes de la pudrición como la *Botrytis spp* y el *Rhizopus spp*. (Mitcham, y col., 2002).

2.1.4 INSUMOS

2.1.4.1 EDULCORANTES

“El término edulcorante representa cualquier compuesto químico, natural o artificial, que proporcione sabor dulce al alimento. En general, el poder edulcorante de los azúcares y sustitutos es diferente y se pueden evaluar sobre una base ponderal, teniendo como referencia la respuesta provocada por la sacarosa, cuyo valor de referencia es 1”. Velásquez, G., 2006. p. 79.

Los edulcorantes se clasifican en nutritivos y no nutritivos. Dentro de los primeros tenemos a los polioles (o alcoholes del azúcar) como son el Xilitol, Sorbitol, Manitol, Lactitol, y Maltitol, que son de similar poder edulcorante al de la sacarosa, confieren propiedades físicas de cristalización y viscosidad, microbiológicas de preservación y fermentación (Velásquez, G., 2006); y, en los segundos también llamados como intensos tenemos al Acesulfame de potasio, Sacarina, Sucralosa, que debido a su alto poder edulcorante, solo se utiliza en pequeñas cantidades, y su valor calórico es insignificante (Rodríguez y Magro, 2008), no son higroscópicos, no caramelizan, no confieren textura; además, son apropiados para diabéticos (Cubero, N., y col., 2002).

La fructosa no se utiliza en alimentos para diabéticos, ya que “el hígado es capaz de transformar la fructosa en glucosa” (Astiasarán Iciar *et al.*, 2003).

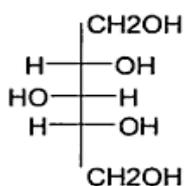
Las dosis diarias máximas permitidas se deben calcular en base a un individuo de 70Kg de peso corporal de promedio (Maclean, S., 1999, citado por Cubero, N., y *col.*, 2002)

2.1.4.1.1 Xilitol

El Xilitol (E-967), es un polialcohol derivado hidrogenado de la xilosa, de fórmula $C_5H_{12}O_5$, peso molecular 152,15, y pH de 5-7 (solución acuosa al 10 % p/v). Industrialmente se prepara a partir de la D-xilosa obtenida por hidrólisis de hemicelulosa proveniente de las cáscaras de semillas. Presenta una solubilidad elevada, de gran efecto humectante gracias a su alto poder higroscópico. De igual grado de dulzor que la sacarosa, por ello es una sustancia segura para el organismo, tolerada por diabéticos y no provoca caries (Cubero, N., y *col.*, 2002, p. 197,198).

“Confiere propiedades físicas de cristalización y viscosidad, y microbiológicas de preservación” (Velásquez., 2006), además “su capacidad de formar complejos con otros carbonos como el calcio (II), cobre (II) y hierro (II). Otra característica es su capacidad para desplazar las moléculas de agua desde la capa hidratada de proteínas y también desde los cationes anteriormente mencionados” (<http://odontologiaa.mx.tripod.com/xylitol.html>).

Aporta con 2,4 cal/g de energía (Velásquez, G., 2006), su dosis diaria máxima permitida es de 750 mg/Kg/día (Barrancos, J., y Barrancos, P., 2006), o menos de 40g/día (Maclean, S., 1999, citado por Cubero, N., y *col.*, 2002).



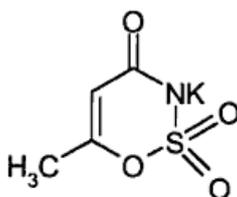
E-967 Xilitol
 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_5$, $PM = 152,15$

Figura 1.2: Xilitol
Fuente: Cubero 2002, p. 198

2.1.4.1.2 Acesulfame de potasio

El Acesulfame de potasio (E-950), de fórmula $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4\text{NSK}$ (sal potásica de 6-metil-1,2,3 oxatiazin-4(3H)-ona-2,2-dióxido.), de peso molecular 201,24, posee un poder edulcorante de 200. Es muy soluble en agua a temperatura ambiente 270g/L y aumenta con la temperatura, llegando a ser de 1000 g/L a 100°C. Es muy estable en soluciones acuosas en un amplio rango de pH y temperatura. Es sinérgico con otros edulcorantes incluidos polioles y puede enmascarar sabores residuales de estos (Cubero, N., y *col.*, 2002).

La FDA, EL JECFA, y la SCF, aprobó como ingesta adecuada y segura hasta 15mg/Kg/día, o 1 g/día (Velásquez, G., 2006). Lo que representa 450 mg/kg en un alimento dietético de alimentación complementaria (CODEX STAN 192-1995), Además no se metaboliza en el organismo humano, excretándose rápidamente sin cambios químicos, por lo que no tiende a acumularse (Gil, A., 2010).



E-950 Acesulfame-K, sal potásica
 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4\text{NSK}$ $PM = 201,24$

Figura 2.2: Acesulfame de k
Fuente: Cubero, N., y *col.*, 2002, p. 202

2.1.4.1.3 Sucralosa

La Sucralosa (E-955), de fórmula molecular $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$, es el único edulcorante sintético intenso cuyo valor de dulzor es de 600, que se elabora a partir de la sacarosa, mediante halogenación de los grupos hidroxilo por cloro. Su alta calidad organoléptica, efecto sinérgico, alta solubilidad y estabilidad al calor y pH ácido, permiten su uso en gran variedad de alimentos sin riesgo alguno para la salud. (Rodríguez y Magro, 2008). La FDA aprobó un consumo diario de 1,6 mg/kg/día. Y en un alimento dietético de alimentación complementaria hasta 400 mg/kg (CODEX STAN 192-1995).

No tiene efectos secundarios, es apenas absorbida por el organismo en un 11,27%, siendo este eliminado por medio de la orina y el resto en las heces, sin presentar efectos secundarios debido a su consumo (Fonte, P., 2010).

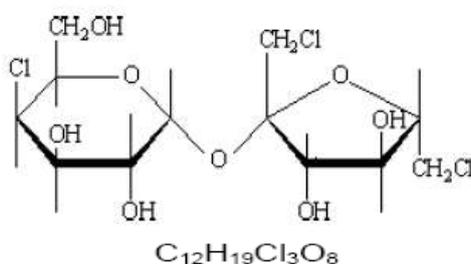


Figura 3.1: Sucralosa

Fuente: JECFA*

* JECFA: Joint Expert Committee on Food Additives (Comite Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios).

2.1.4.2 BICARBONATO DE SODIO

El bicarbonato de sodio (E-500ii), es conocido también como carbonato monosódico ($NaHCO_3$) de peso molecular 84, es un polvo blanco e inodoro, con sabor ligeramente salino y alcalino, de pH 8,6 en solución al 5%; disuelto en agua fría, la alcalinidad aumenta a medida que la solución reposa, es agitada o calentada; es estable en aire seco, pero se descompone con lentitud en presencia

de aire húmedo. Su solubilidad es de 1g de bicarbonato de sodio en 12 ml de agua; con agua caliente se convierte en carbonato, insoluble en alcohol. Reacciona con el Cl para formar CO₂ (Gennaro, A., 2003).

Además, es un insumo cuyo uso es admitido para los preparados alimenticios destinados a una alimentación especial (dietéticos) (REAL DECRETO 956/2002), y el CODEX STAN 192-1995, admite su adición tanto para regulador de la acidez, antiaglutinante y leudante, cuya dosis máxima está dada por las Buenas Prácticas de fabricación, mismas que indican:

- a) “La cantidad de aditivo que se añada al alimento se limitará a la dosis mínima necesaria para obtener el efecto deseado;
- b) La cantidad de aditivo que pase a formar parte del alimento como consecuencia de su uso en la fabricación, elaboración o envasado de un alimento y que no tenga por objeto obtener ningún efecto físico o técnico en el alimento mismo, se reducirá en la mayor medida que sea razonablemente posible;
- c) El aditivo será de una calidad alimentaria apropiada y se preparará y manipulará de la misma forma que un ingrediente alimentario (CODEX STAN 192-1995, p. 3)”.

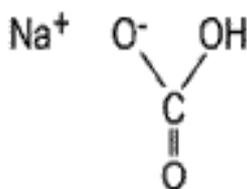


Figura 4.2: Bicarbonato de sodio

Fuente: JECFA*

* JECFA: Joint Expert Committee on Food Additives (Comite Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios).

2.1.4.3 PECTINA

“La pectina (E-440) es un polisacárido natural y uno de los constituyentes mayoritarios de las paredes de las células vegetales. (.....) Su estructura es la del ácido poligalacturónico esterificado parcialmente con grupos metilos y cadenas laterales de azúcares neutros, que facilitan la separación de las cadenas y, por consiguiente, su hidratación” (Cubero, N., y *col.*, 2002).

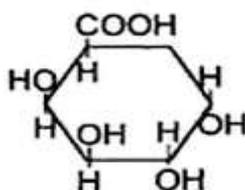


Figura 5.2: Estructura del ácido D-galacturónico

Fuente: Cubero, N., y *col.*, 2002., p.142.

La pectina es un gelificante que se encuentra de manera natural en todas las frutas. La fruta que no está madura contiene más pectina que la madura (Costenbader, C., 2001). Es una fibra dietética soluble, que funciona como espesante natural, y actúa en el organismo mejorando el tránsito digestivo, y favoreciendo la digestión, ayudando a prevenir varias afecciones, enfermedades cardíacas, y la diabetes (Yeager, S., 2001).

“Las pectinas comerciales consisten en polvos solubles en agua pura, en la que se disuelven con facilidad a 20-25°C.... Por lo general, para caracterizar a la pectina, se suele representar el número de grupos carboxilos esterificados por cada 100 unidades de ácido galacturónico integrados en la cadena. Cuando este índice es superior al 55% se considera que la pectina se encuentra altamente metilada, mientras que los valores inferiores al 50% las clasifican como pectinas de bajo grado de metilación. Cuando se disuelven, forman soluciones coloidales con una viscosidad que depende del peso molecular medio y del grado de esterificación. Su estabilidad resulta ser función del pH y de la temperatura. (.....) En soluciones diluidas, las moléculas de pectinas, normalmente hidratadas y cargadas negativamente, se encuentran dispersas sin orientación alguna. Pero cuando se reduce la hidratación molecular, o se reduce la carga eléctrica, tiene lugar la formación de enlaces de hidrógeno que dan lugar a una red tridimensional, que aprisiona la fase líquida y proporciona al conjunto una apariencia de textura rígida. Por ello, las pectinas necesitan para formar el gel de un agente deshidratante, papel que asume la sacarosa en el caso de la elaboración de mermeladas. Cuando se enfría una solución caliente que lleva una mezcla de pectina, ácido y sacarosa, se convierte en un gel. En este caso, el azúcar deshidrata, mientras que la presencia de un ácido favorece la formación de puentes de hidrógeno, porque la acidez del medio provoca la protonización de los grupos carboxilados y reduce la repulsión electrostática entre las cadenas pécticas. Se organiza así una red tridimensional que se estabiliza gracias a las interacciones hidrofóbicas de los grupos éster metílicos. (.....).

Son varios los factores implicados en la fijación de las condiciones óptimas para una buena gelificación péctica:

- a) El porcentaje de pectina: la solidez del gel aumenta con la concentración de sustancia péctica.
- b) El pH de la solución: los geles de pectinas suelen ser estables en el intervalo de pH entre 2,5 y 5,0, según la naturaleza de la pectina. En la medida que se pueda conviene trabajar en la zona más alta de este intervalo, porque la acidez hace más rápida la gelificación y también representa un ahorro en la adición de azúcar. (.....).
- c) El peso molecular de la pectina: un peso molecular elevado favorece que las moléculas se puedan distribuir en una red tridimensional y atrapar en su interior a las moléculas que se encuentran en solución. Para la buena formación de un gel, es necesario que las moléculas estén dispersas en forma coloidal.
- d) La temperatura: es un factor que influye en el tiempo de gelificación, que resulta lento por debajo de los 55°C, y muy rápida por encima de los 85°C.
- e) El grado de esterificación: Las pectinas escasamente metiladas exigen de la presencia de iones de Ca^{2+} para gelificar, así como un 10 a 20% de sólidos solubles y un margen de acidez más amplio (pH 2,5-6,5). Por ello resultan especialmente apropiadas para la preparación de alimentos con bajo poder calórico.” (Bello, José., 2000, p.92-94).

Además, la pectina de bajo índice de metóxilo (LM), no presentan buena resistencia mecánica (Cubero, N., y col., 2002).

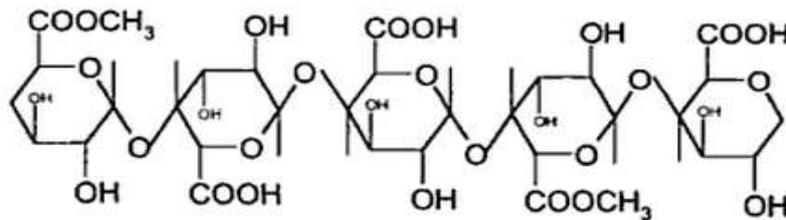


Figura 6.2: Estructura de pectina de bajo índice de metóxilo (LM)

Fuente: Cubero, N., y col., 2002., p.143.

2.1.4.4 ÁCIDO CÍTRICO

El ácido cítrico (E-330), es un ácido orgánico de fórmula $C_6H_8O_7$, de peso molecular 192.12, muy común y frecuente en la naturaleza (Cubero, N., y *col.*, 2002). Se vende como cristales, inodoros, muy solubles en agua (60 g/100 ml a 25°C), calor de solución 3,9 Kcal/mol (Johnson 1974, citado por López, A., 2004).

Se emplea como acidulante, antioxidante, controla el pH, ayudando a retardar el crecimiento de microorganismos indeseables (bacterias), inactiva enzimas como polifenoloxidasas y aumenta la efectividad de conservadores como benzoatos y sorbatos, reduciendo además la necesidad de tratamientos térmicos drásticos durante la esterilización. En las mermeladas un pH de alrededor de 3 es indispensable para lograr una consistencia apropiada de geles de pectina. (López, A., 2004). Además, es capaz de formar quelatos con elementos traza, como hierro o cobre (Gil, A., 2010).

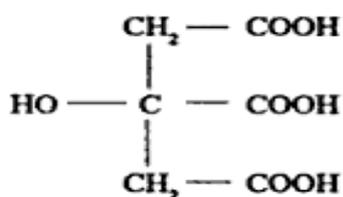


Figura 7.2. Estructura química del Ácido cítrico.
Fuente: López, A., 2004

2.1.4.5 BENZOATO DE SODIO

El benzoato de sodio (E-211), es una sal de ácido benzoico, de pH 5-7 en solución al 5%, que se emplea debido a su solubilidad en agua (63% a temperatura ambiente), efectivo a pH menor a 3,6 (Cubero, N., y *col.*, 2002). Es un conservante antimicrobiano (eficaz contra levaduras, bacterias y hongos), de fórmula C_6H_5COONa , peso molecular 144,11, de color blanco, cristalino, inodoro

(JECFA 1996), siendo un máximo permisible de adición en alimentos dietéticos de alimentación complementaria 2 g/kg en el producto (CODEX STAN 192-1995).

Según Cubero, N., y *col.* (2002), “su acción frente a los microorganismos es como:

- Agente micoestático: que actúe sobre diversas encimas de la célula microbiana, como las que regulan el metabolismo del ácido acético, y la fosforilación oxidativa.
- Acción a nivel de membrana: interfiriendo la permeabilidad de la pared celular, y dando lugar a una acidificación del contenido celular.

Esta acción contra los microorganismos se obtiene gracias a la forma no dissociada de la molécula, y la facilidad que tiene en este estado de penetrar atreves de la membrana celular”.

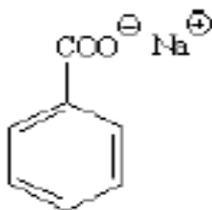


Figura 8.2: Estructura química del Benzoato de sodio.

Fuente: JECFA*

* JECFA: Joint Expert Committee on Food Additives (Comite Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios).

2.2 MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA DIABÉTICOS

No existe un concepto definido de mermelada dietética apta para diabéticos, por lo que se debe entender primero que es un alimento dietético, la diabetes, y las características que este producto deberá tener.

Para definir a los alimentos dietéticos Astiasarán Iciar *et al.* (2003) p. 95, los especifica como: “aquellos que por su composición peculiar o por el proceso de su fabricación, se distinguen claramente de los productos alimenticios de consumo corriente, son apropiados para el objetivo señalado y se comercializan indicando que responden ha dicho objeto”.

Para conceptualizar a la diabetes disponemos la información de la OMS (2011) en su Nota descriptiva N°312; teniendo qué: “La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce”.

La Dirección General de Ordenación e Inspección SALUD MADRID, clasifica a los alimentos dietéticos en diferentes grupos, entre ellos, los Alimentos destinados a las personas afectadas de perturbaciones en el metabolismo de los glúcidos (diabéticos). Siendo estos aquellos que presentan una reducción en su contenido de hidratos de carbono, en comparación con los alimentos corrientes similares, y pueden contener edulcorantes naturales o artificiales como sustitutivos del azúcar. Que es similar lo que menciona Astiasarán Iciar *et al.*, 2003, p.115., donde señala que “la mayoría de los productos para diabéticos no presentan una importante disminución de valor calórico respecto a los alimentos de referencia. La principal diferencia de composición suele ser el contenido en carbohidratos”.

Por lo tanto según el CODEX STAN 192-1995, en su anexo B, debido al tipo de alimento se clasifica como: “13.5. Alimentos dietéticos (p. ej., los complementos alimenticios para usos dietéticos), excluidos los indicados en las categorías de alimentos 13.1 a 13.4 y 13.6. Productos de elevado contenido nutritivo, en forma líquida o sólida, para consumo de ciertas

personas como parte de una dieta equilibrada a fin de obtener una alimentación complementaria. Estos productos no están destinados a utilizarse para perder peso o como parte de un régimen médico”.

Definiéndose entonces qué, mermelada dietética apta para personas diabéticas es: “Una conserva apta para personas con afecciones de salud; siendo de textura firme, untosa, sin llegar a ser dura, producto de la concentración por medios físicos como el calor, elaborada a partir de fruta (s), entera (s), en trozo (s), o en forma de pulpa, con adición de edulcorantes que no tengan incidencia sobre el índice glicémico, y otros insumos permitidos por la ley; presentando una reducción del 50% de carbohidratos asimilables en comparación con productos homólogos, tratando de preservar sus propiedades nutritivas y funcionales” (Los autores, 2011).

2.2.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA

2.2.1.1 RECEPCIÓN

Es la parte inicial del proceso en la cual se reciben las materias primas e insumos. Luego estas son pesadas y muestreadas para analizar su calidad (Meyer y Paltrinieri, 1987).

2.2.1.2 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

En la selección se separan los productos no aptos para el proceso (Meyer y Paltrinieri, 1987).

La clasificación depende del color, textura, olor, sabor, y defectos superficiales de las materias primas e insumos (Suárez, D., 2003).

2.2.1.3 LAVADO, DESINFECCIÓN Y ENJUAGUE

El lavado se lo realiza para eliminar la suciedad y los residuos de sustancias químicas (Meyer y Paltrinieri, 1987). Se puede realizar por inmersión, agitación, por aspersión, o por rociado (Colquichagua y Ortega, 2005).

La desinfección se la realiza una vez lavada la fruta, sumergiéndola en una solución de hipoclorito de sodio al 0,1% por un tiempo no menor de 15 minutos, luego se procede a enjuagar para eliminar el desinfectante adherido a la fruta. (Colquichagua y Ortega, 2005).

2.2.1.4 EXTRACCIÓN DE LA PULPA Y TAMIZADO

La extracción de la pulpa se la realiza con pulpeadora, licuadora, etc. Es importante para obtener la pulpa uniforme y se pueda mezclar con los demás ingredientes (Colquichagua y Ortega, 2005).

El tamizado se lo realiza para eliminar semillas, vellosidades, etc. que pueden que afecten la calidad de la pulpa (Meyer y Paltrinieri, 1987).

Se adiciona 12,5 litros de agua en 76Kg de pulpa, antes de empezar con la concentración para evitar que se queme. (Meyer y Paltrinieri, 1987).

2.2.1.5 CONCENTRACIÓN EN LA PAILA ABIERTA

La cocción tiene por objetivos: a) facilitar el proceso de intercambio osmótico entre la fruta y los azúcares añadidos, b) realizar la pasteurización del producto. Para ello es suficiente mantener el producto hirviendo unos minutos a la presión atmosférica (Boatella, J. y col., 2004).

Según Meyer y Paltrinieri (1987), “Aquí es donde se mezcla la pulpa o la fruta con una tercera parte de sacarosa, y una cantidad de agua. La mezcla se pone a hervir. La adición del agua impide que la mezcla se quemé. La maza se deja hervir hasta que su volumen se haya reducido a un tercio. Luego, el azúcar restante se agrega gradualmente, continuando la cocción. Una vez agregada todo el azúcar, el tiempo de cocción no debe superar a los 20 minutos. Durante el proceso la masa debe ser agitada. Poco antes de llegar a los 68° Brix se adiciona la pectina, el ácido y demás ingredientes. Terminando la concentración, se interrumpe el calentamiento. La mezcla se enfría rápidamente hasta 85°C para impedir una excesiva inversión de la sacarosa, y para eliminar el aire contenido en la masa”.

Además por cada 65 Kg de fruta de fresa, se deben utilizar 300 g de ácido cítrico, y 195 g de pectina, para obtener una mermelada de primera calidad (Meyer y Paltrinieri, 1987), ó 0,6% de pectina y 0,5% de ácido cítrico, ambas en relación al peso de la pulpa (Nunes, M., 2006).

2.2.1.6 ENVASADO Y CERRADO

Se lo realiza a 85°C, para tener una mayor fluidez, y permite obtener un vacío adecuado (Colquichagua, 2005), además si los frascos y sus tapas están bien esterilizados, no es necesario realizar una esterilización adicional (Meyer y Paltrinieri, 1987).

El envase más ampliamente utilizado es el tarro de vidrio, con tapa metálica twist-off. La operación de cerrado se realiza en caliente, inmediatamente después de dosificar el producto. De esta forma el vapor de agua que hay en el espacio de cabeza condensa al enfriarse creándose un vacío interior del envase que favorece la seguridad del cierre y su hermeticidad (Boatella, J. y col., 2004).

2.2.1.7 PASTEURIZACIÓN Y ENFRIAMIENTO

Por las características del producto (a_w , pH, T de cocción), es suficiente con mantener la temperatura de envasado durante unos minutos antes de iniciar el

enfriamiento. El enfriamiento tiene como objetivo interrumpir el tratamiento térmico del mismo, y evitar problemas de color y de textura (Boatella, J. y *col.*, 2004). El agua para enfriamiento debe clorarse para evitar contaminación del producto (Meyer y Paltrinieri, 1987).

2.2.1.8 ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO

El etiquetado se lo realiza con el fin de dar a conocer a los clientes la procedencia y calidad de los productos, colocando etiquetas en el envase (Meyer y Paltrinieri, 1987).

“Los productos para alimentación especial deben reflejar la composición nutricional o el proceso que da al producto la condición de especial, así como el valor energético (en Kcal y KJ) y el contenido de hidratos de carbono, proteínas y lípidos por 100g o 100 ml de producto. En el caso de que el valor energético sea inferior a 12 Kcal/100 g ó 100 ml (50KJ), puede sustituirse la mención del mismo por la leyenda “*valor energético inferior a 12 Kcal (50 KJ) por 100 g ó 100 ml*”, según sea el caso” (Astiasarán Iciar *et al.*, 2003).

El almacenamiento del producto se lo realiza en un lugar fresco y seco, evitando la luz directa sobre los frascos de mermelada (Colquichagua y Ortega, 2005).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.1.1.1 MATERIA PRIMA

- Fresa madura (15 kg)
- Nopal de 6 meses de edad (15 kg)

3.1.1.2 INSUMOS

- Acesulfame de potasio - SUNNET (15 g)
- Ácido cítrico (250 g)
- Benzoato de sodio (50 g)
- Bicarbonato de sodio (100 g)
- Pectina de bajo índice de metóxilo (250 g)
- Sucralosa (10 g)
- Xilitol (1000 g)

3.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS DE PROCESO

3.1.2.1 MATERIALES

- Bandejas (3 unid.)
- Coladores (2 unid.)
- Envases de cristal de 125 ml, con tapa (96 unid.)
- Etiquetas (300 unid.)
- Gafas (2 unid.)
- Guantes térmicos (1 par)
- Guantes de látex. (1 caja)
- Indumentaria aséptica (mandil, cofia, mascarilla, botas) (2 juegos)
- Jarras de 2,5 litros (5 unid.)
- Material de oficina
- Paila de bronce (1 unid.)
- Utensilios de cocina
- Vasos de precipitación de 500 ml (2 unid.)

3.1.2.2 EQUIPOS

- Autoclave
- Balanza analítica
- Balanza gramera
- Cocina
- Computador
- Cronometro digital
- Licuadora
- Potenciómetro de bolsillo
- Refractómetro de bolsillo (Escala 0-32°Brix)
- Termómetro digital calibrado (TRACEABLE[®])

3.2 MÉTODOS

3.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevo a cabo en los laboratorios de las Unidades Eduproductivas, pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte.

Cuadro 8.3: Caracterización del área de estudio

Características Generales y Datos Meteorológicos	
Cantón	Ibarra
Provincia	Imbabura
Parroquia	El Sagrario
Altitud	2.226,26 m.s.n.m.
Latitud	0° 20´ Norte
Longitud	78° 08´11’’ Oeste
Humedad Relativa Promedio	72%
Precipitación	55,4 mm. Año
Temperatura media	17,7 °C
Presión media	781,6 hPa

Fuente: AVIACIÓN CIVIL Aeropuerto “ATAHUALPA” (Consultado el 15/01/2011).

3.2.2 PROCEDIMIENTOS PARA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

- Para determinar la influencia de los diferentes factores en la calidad final de la mermelada; y, además conocer el rendimiento y costo de elaboración, se procedió según el método experimental.
- Para determinar la influencia de diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de evaporación, en la calidad final de la mermelada, se procedió a realizar los estudios estadísticos, con los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos, y organolépticos;

luego, con estos resultados se procedió a generar las respectivas discusiones, para establecer conclusiones, y, aceptar o no la hipótesis.

- Para la evaluación microbiológica y físico- química, se realizaron análisis de muestras en el Laboratorio de Uso Múltiple de la FICAYA, según las normas vigentes y establecidas.
- Para evaluar las características organolépticas y establecer su aceptabilidad, se realizó el análisis sensorial, en el que se asignaron puntajes a las categorías propuestas para poder tabular los datos (Anexo B1), con 15 panelistas voluntarios, los cuales son pacientes diabéticos pertenecientes al Club de Diabéticos del Hospital San Vicente de Paul, ubicado en la ciudad de Ibarra.
- El rendimiento de elaboración de la mermelada, se calculó matemáticamente, en base al balance de materiales.
- Los costos de elaboración del producto se obtuvieron mediante el análisis de costos fijos y costos variables.

3.2.3 FACTORES EN ESTUDIO

FACTOR A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

a₁: Xilitol 38 g/kg; Acesulfame de Potasio 0,40 g/kg; Sucralosa 0,38 g/kg.

a₂: Xilitol 35 g/kg; Acesulfame de Potasio 0,42 g/kg; Sucralosa 0,35 g/kg.

Para la obtención de la dosis* correspondiente y establecida en el factor A de mezcla de edulcorantes se procedió con fórmula matemática:

Mezcla de Edulcorante = Σ (Peso del edulcorante x Poder Edulcorante).

* La misma que está dentro de la norma española REAL DECRETO 2685/1976 (Anexo A2), y el CODEX STAN 192-1995.

FACTOR B (Dosis de bicarbonato de sodio)

b₁: 3,27g/kg

b₂: 1,63 g/kg

Para la obtención de la dosis correspondiente y establecida en el factor B de Bicarbonato de sodio se procedió mediante la reacción química:



Teniendo en cuenta que el Nopal de 6 meses tiene 2,16 g/Kg de Fibra Soluble, dentro de estos los mucílagos (INE México, 1994), los cuales se presentan como sales de calcio (Atalah y Pak 1997, citado por Sáenz, C. *et al.*, 2006).

FACTOR C (Temperatura de concentración final)

c₁: 99°C

c₂: 96°C

Para determinar la temperatura correspondiente y establecida en el factor C, se fijó en base a que en ensayos preliminares a estas temperaturas se presento una mejor consistencia de mermelada; además, se determinó en razón que las proteínas con temperaturas superiores a los 100°C se desnaturalizan; también, provoca quemaduras y cambio de coloración del producto (Hernández, M., *et al.*, 1999).

3.2.4 TRATAMIENTOS

Cuadro 9.3: Tratamientos estadísticos

TRATAMIENTOS	FACTORES		
T1	a ₁	b ₁	c ₁
T2	a ₁	b ₁	c ₂
T3	a ₁	b ₂	c ₁
T4	a ₁	b ₂	c ₂
T5	a ₂	b ₁	c ₁
T6	a ₂	b ₁	c ₂
T7	a ₂	b ₂	c ₁
T8	a ₂	b ₂	c ₂

3.2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Completamente al Azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones con arreglo factorial A x B x C.

3.2.6 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

- ✓ Repeticiones 3
- ✓ Tratamientos 8
- ✓ Unidades experimentales.... 24

3.2.7 TAMAÑO DE UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental tendrá un peso de 500 g de mermelada dietética.

3.2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cuadro 10.3: Esquema del análisis de varianza

F de V	GL
TOTAL	23
TRATAMIENTOS	7
A	1
B	1
C	1
A x B	1
A x C	1
B x C	1
A x B x C	1
ERROR EXPERIMENTAL	16

3.2.9 ANÁLISIS FUNCIONAL

- ✓ Tratamientos : Prueba de Tukey al 5%
- ✓ Factores : DMS (Diferencia Mínima Significativa)
- ✓ Variables cualitativas : Prueba de Friedman

3.2.10 VARIABLES A EVALUARSE

3.2.10.1 VARIABLES CUANTITATIVAS

Cuadro 11.3: Variables cuantitativas en estudio

TIPO	UNIDADES	MÉTODO
CARBOHIDRATOS TOTALES	%	CÁLCULO
CENIZA	%	INEN 401
ENERGÍA	Kcal/100g	CÁLCULO
EXTRACTO ETÉREO	%	AOAC 920.85
FIBRA CRUDA	%	AOAC 985.29
PROTEÍNA	%	AOAC 920.87
pH	Unid	INEN 389
SÓLIDOS SOLUBLES A 20°C	%	INEN 380
SÓLIDOS TOTALES	%	AOAC 925.10
COSTOS	USD	Σ (COSTO FIJO + COSTO VARIABLE)
RENDIMIENTO	%	BALANCE DE MATERIALES

3.2.10.2 VARIABLES CUALITATIVAS

Cuadro 12.3: Variables cualitativas en estudio

TIPO	UNIDADES	MÉTODO
ACEPTABILIDAD *	Puntajes	ANÁLISIS SENSORIAL
MOHOS	% Campos Positivos	INEN 386

* Color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grado de dulzura, acidez.

3.2.11 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.2.11.1 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

a) DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS TOTALES

Se determinaron mediante “la diferencia del contenido de proteínas, grasa, ceniza, humedad, por sustracción del peso total del alimento, y el resto se considera que es la cantidad de carbohidrato” (FAO, 1999).

Se procedió a calcular este valor luego de obtener los datos necesarios, realizando los análisis respectivos, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena, para determinar si el producto está o no dentro de lo que establece la COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, en su INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO SOBRE LOS ALIMENTOS DESTINADOS A LAS PERSONAS AFECTADAS DE PERTURBACIONES DEL METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS (DIABÉTICOS), en el ítem 5.1 de la Normativa vigente en varios Estados miembros de la UE (Anexo A1).

Además, esta variable es necesaria para el cálculo de energía.

b) DETERMINACIÓN DE CENIZA

Se determinó mediante norma técnica INEN 401, procediéndose con material y equipo de laboratorio, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena.

Se la realizó para conocer la cantidad de materia inorgánica (minerales) presente en el alimento, y facilitar el cálculo de carbohidratos totales, siendo el o los mejor/es tratamiento/s, aquellos que posean un valor alto, debido a la composición química de las materias primas; y además, que la mermelada deber ser un alimento de elevado valor nutritivo, como lo establece el CODEX STAN 192-1995, citado en el ítem 2.2 del marco teórico.



Fotografía 1.3: Determinación de ceniza en la mermelada.

c) DETERMINACIÓN DE ENERGÍA

Se determinó mediante cálculo, teniendo en cuenta que “la grasa produce alrededor de 9 Kcal/g, que es más del doble de la energía liberada por los carbohidratos y las proteínas aproximadamente 4 Kcal/g” (Latham, M., 2002). Expresándose los resultados en 100 g de muestra (Astiasarán Iciar *et al.*, 2003).

Se procedió a obtener este valor luego de conseguir los datos necesarios, realizando cálculos respectivos, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena.

d) DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO

Se determinó mediante norma técnica AOAC 920.85, procediéndose con material y equipo de laboratorio, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena, para obtener valores y conocer la cantidad de grasa presente en la mermelada; y, facilitar el cálculo de carbohidratos totales y energía.



Fotografía 2.3: Determinación de extracto etéreo en la mermelada.

e) DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

Se determinó mediante norma técnica AOAC 985.29, procediéndose con material y equipo de laboratorio, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena, para obtener valores y conocer el contenido de fibra en la mermelada, ya que esta es muy importante para la funcionalidad del producto, debido a la naturaleza de sus materias primas, las cuales se mencionan en el ítem 2.1.3.1.6 del marco teórico.



Fotografía 3.3: Determinación de fibra cruda en la mermelada.

f) DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Se determinó mediante norma técnica AOAC 920.87, procediéndose con material y equipo de laboratorio, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena, para obtener valores y conocer el contenido de proteína de la mermelada, ya que es muy importante para la funcionalidad del producto, debido a la naturaleza de sus materias primas, siendo el mejor tratamiento aquel que presente la mayor cantidad de la misma, como lo establece el CODEX STAN 192-1995, citado en el ítem 2.2 del marco teórico. Además, que la proteína ayuda a la funcionalidad del producto como se mencionan en el ítem 2.1.3.1.6 del marco teórico, ya que las proteínas luego de recibir un tratamiento térmico no muy intenso, incrementa su valor nutritivo (Hernández, M., *et al.*, 1999).



Fotografía 4.3: Determinación de proteína en la mermelada.

g) DETERMINACIÓN DE pH

Se determinó mediante norma técnica INEN 389, con ayuda de un potenciómetro, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), con el fin de facilitar la interpretación de los resultados finales; y, en el producto final luego de la cuarentena, siendo los mejores tratamientos aquellos que tenga un valor entre 2,8 y 3,5, como lo establece la norma técnica INEN 419 (Anexo A3), ya que en este valor actúa de mejor manera la pectina, el benzoato de sodio, y mejora el poder de conservación de la mermelada.



Fotografía 5.3: Determinación de pH en las muestras de mermelada.

h) DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES A 20°C

Se determinó mediante norma técnica INEN 380, con ayuda de un refractómetro, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), para obtener datos iniciales; y, en el producto final luego de la cuarentena, para conocer cuál es la cantidad de sólidos solubles presentes en el mismo. Siendo el mejor tratamiento el que presente menor valor, conociendo que los sólidos solubles, representan el contenido de sacarosa en % m/m.



Fotografía 6.3: Determinación de sólidos solubles a 20°C en la mermelada.

i) SÓLIDOS TOTALES

Se determinó mediante norma técnica AOAC 925.10, procediéndose con material y equipo de laboratorio, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), para obtener datos iniciales; y, en el producto final luego de la cuarentena, para conocer cuál es la cantidad de sólidos totales presentes en el mismo, y con ello facilitar el cálculo de carbohidratos totales.



Fotografía 7.3: Determinación de sólidos totales en la mermelada.

j) DETERMINACIÓN DE COSTOS

Se procedió mediante el análisis y sumatoria de costos fijos y variables, para determinar cuál es el tratamiento que tiene el costo de fabricación más bajo, en base a los datos de rendimiento.

k) DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO

Se procedió mediante balance de materia, tomando medidas de peso con ayuda de una balanza gramera, en diferentes puntos del proceso de elaboración, para determinar él o los tratamientos que tengan mejor rendimiento.

l) DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO

Se procedió mediante análisis sensorial de degustación, especificado en los anexos B1 y B2.



Fotografía 8.3: Evaluación sensorial del producto elaborado.

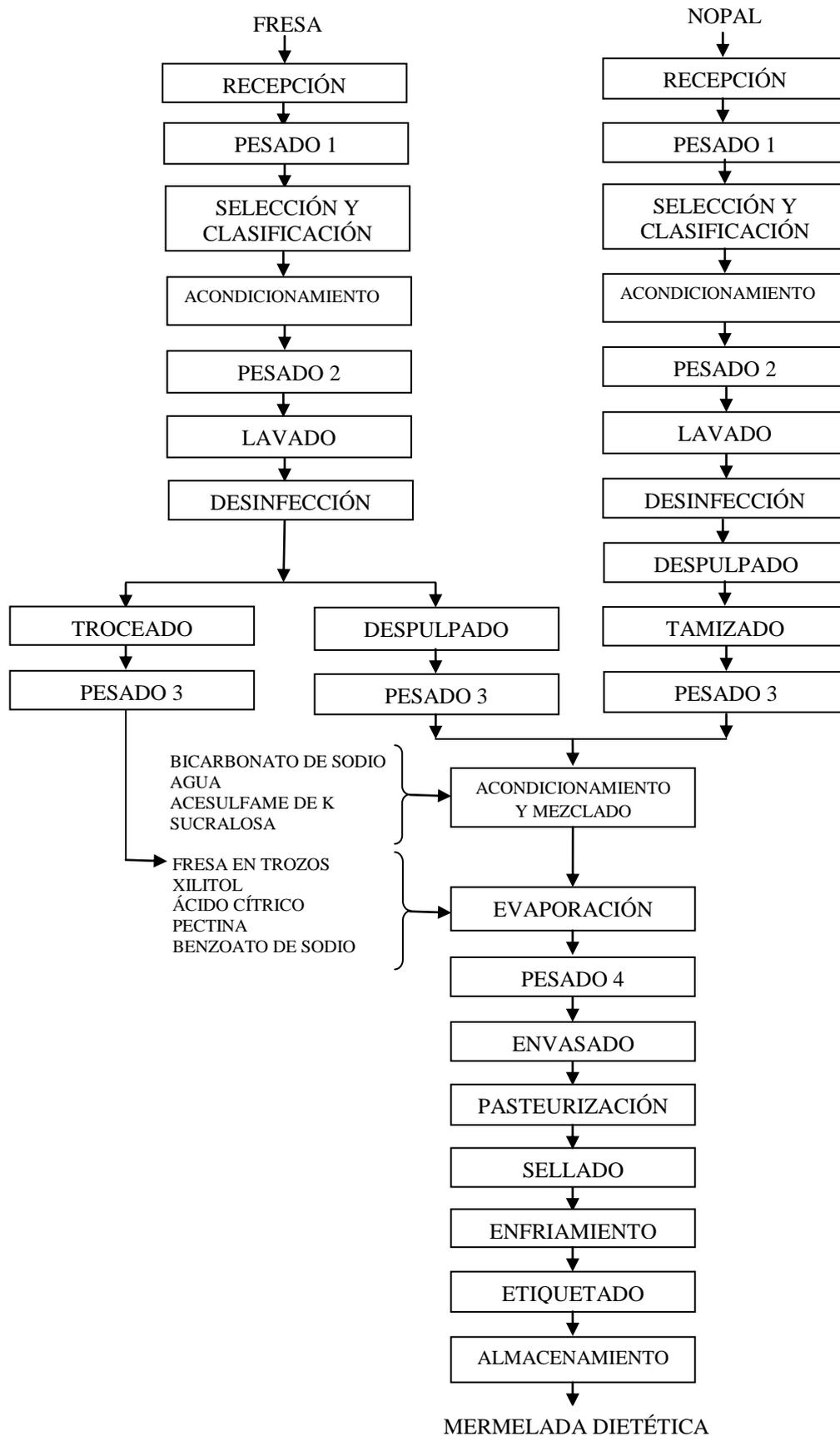
m) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizó mediante norma técnica INEN 386, con el fin de determinar si el producto es seguro para el consumo humano, comparando con los valores en su parte microbiológica de la norma técnica INEN 419 (Anexo A3) para mermeladas. Dicho análisis se realizó, primero en muestras tomadas al azar de cada materia prima (luego de la desinfección), para obtener datos iniciales; y, en el producto final luego de la cuarentena con varios instrumentos de laboratorio.



Fotografía 9.3: Determinación de mohos (campos+) en el producto final.

3.2.12 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA



3.2.13 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

3.2.13.1 RECEPCIÓN

Es la parte inicial del proceso en la cual se recibieron las materias primas e insumos.

El nopal se recibió conforme la norma CODEX STAN 185-1993 (citada en el ítem 2.1.3.1.7, y 2.1.3.1.9 del marco teórico); su color según la escala Munsell 7.5 GY* 6/6-6/8 (Anexo C1), que es el color del nopal de seis meses que se cultiva en la comunidad de Chalguayacu; y, la fresa tenía que “tener la mitad o los 2/3 de la superficie color rojo o rosa, para ser considerada como madura” (MINISTERIO DE AGRICULTURA. INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA AGRICULTURA, Guatemala, 2003).



Fotografía 10.3: Recepción penca de nopal.



Fotografía 11.3: Recepción de la fresa.

* Green Yellow (Verde Amarillo)

3.2.13.2 PESADO 1

Se realizó con el fin de registrar la cantidad de materia prima a utilizar en el proceso, con ayuda de una balanza gramera.



Fotografía 12.3: Pesado de materias primas: fresa y penca de nopal (Pesado I).

3.2.13.3 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

En la selección, se separaron las materias primas no aptas para el proceso; y, la clasificación se la realizó de acuerdo al color en las fresas, ya que las más rojas sirvieron para fresas en trozos.



Fotografía 13.3: Selección y clasificación de la materia prima.

3.2.13.4 ACONDICIONAMIENTO

En la fresa se procedió a retirar los sépalos y pedúnculos, en el nopal se realizó el despinado; además, en ambas se retiraron las partes dañadas.



Fotografía 14.3: Acondicionamiento de penca de nopal y fresa.

3.2.13.5 PESADO 2

El pesado se realizó con el fin de determinar las pérdidas que se produjeron en los procesos anteriores, con ayuda de una balanza gramera.



Fotografía 15.3: Pesado de materias primas luego de selección, clasificación, y acondicionamiento (Pesado II).

3.2.13.6 LAVADO

El lavado se realizó por separado, para eliminar la suciedad y los residuos de sustancias químicas, mediante chorro directo con agua potable.



Fotografía 16.3: Lavado y limpieza de materias primas a chorro directo.

3.2.13.7 DESINFECCIÓN

La desinfección se realizó sumergiendo las materias primas por separado, en una solución de hipoclorito de sodio al 0,1% por un tiempo de 15 minutos, y luego se procedió a enjuagar para eliminar el desinfectante adherido.

Además, se tomó una muestra de cada materia prima para realizar los análisis: físico-químico, y microbiológico (respectivo de cada una); con el fin de conocer el estado inicial de las mismas, y poder determinar cuál fue el cambio al final del proceso en el producto final.



Fotografía 17.3: Desinfección de materias primas en solución de hipoclorito de sodio al 0,1%.

3.2.13.8 TROZADO, EXTRACCIÓN DE LA PULPA Y TAMIZADO

Debido a que la mermelada se realizó usando mezcla de materias primas, esta fue de: 50% pulpa de nopal, 40% pulpa de fresa, y 10% fresa en trozos (%m/m).

La mezcla se seleccionó, basándose en pruebas preliminares, logrando: reducción de costos, ya que el kilo de nopal cuesta 0.50 cent, y el kilo de fresa 0.60 cent; mejor color, aroma, y sabor, siendo similar a la fruta fresca.

Para la obtención de la pulpa de nopal, se procedió primero a trocear en cubos de 3 cm x 3 cm, luego se licuó hasta obtener una pulpa fina, y se tamizó para eliminar partículas que den mal aspecto a la pulpa.

La fresa, para obtención de pulpa se licuó ligeramente para evitar reducir el contenido de fibra de la misma, y con ello no afectar a la calidad del producto final, ya que la fibra es fundamental para que la mermelada sea funcional.



Fotografía 18.3: Extracción de pulpa de fresa y nopal.

La fresa para trocear, se cortó en pedazos pequeños de aproximadamente 5 x 5 mm, y se procedió a congelarla a -4°C .



Fotografía 19.3: Troceado de la fresa, y congelado a -4°C .

Se procedió a medir el contenido de sólidos solubles a 20°C , para verificar si la pulpa de nopal y de fresa, están dentro de lo que establece la NTE INEN 2337, de: JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS (Anexo A4), la cual fija un valor de mínimo de 6° Brix a 20°C para la frutilla (fresa); y, para el nopal “el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenida directamente de la fruta”p.4.



Fotografía 20.3: Medición de contenido de sólidos solubles a 20°C, del nopal y fresa.

3.2.13.9 PESADO 3

El pesado se lo realizó con el fin de conocer la cantidad de pulpa obtenida, y con ello facilitar la incorporación de los aditivos, que posteriormente se agregarán en el proceso de evaporación.



Fotografía 21.3: Pesado de pulpa de fresa y nopal obtenidas (Pesado III).

3.2.13.10 ACONDICIONAMIENTO Y MEZCLADO

Se pesó en balanza analítica la dosis de bicarbonato de sodio respectiva de cada tratamiento, y se adicionó a la pulpa de nopal, dejándolo actuar durante 5 minutos

con agitación manual lenta, con el fin de eliminar el mal sabor de las sales de calcio presentes en el mucílago del nopal.

La pulpa acondicionada de nopal se mezcló con: la pulpa de fresa, agua (100ml/Kg de mezcla), y los edulcorantes (Acesulfame de K, Sucralosa) pesados con balanza analítica.

Para asegurar un mezclado uniforme se agitó de forma manual y lenta por 1 minuto, y luego se dejó reposar durante 3 minutos.



Fotografía 22.3: Mezcla acondicionada de pulpa de penca de nopal y fresa.

3.2.13.11 EVAPORACIÓN

Se la realizó en paila abierta, procediendo según se indica:

- La mezcla se evaporó hasta perder la mayor cantidad de espuma que se forma por efecto del bicarbonato de sodio.
- Luego se adicionó las fresas en trozos (disminuye la temperatura hasta $62\pm 2^{\circ}\text{C}$), y el xilitol (pesado en balanza analítica) que “confiere propiedades físicas de cristalización y viscosidad, microbiológicas de preservación” (Velázquez., 2006).

- Cuando la masa llegó a los 70°C, se adicionó el ácido cítrico (0,5% en relación a la masa de la mezcla) para tratar de llevar a un pH de 3.3, dato que fue medido con un potenciómetro de bolsillo para verificar el valor deseado (ver ítem 3.2.11.1-g).
- Cuando la masa llegó a los 75°C, se adicionó la pectina (0,6% en relación a la masa de la mezcla) y el benzoato de sodio (2g/Kg de producto final).
- Se detuvo la evaporación cuando esta llegó a los 96°C y 99°C respectivamente (factor C).



Fotografía 23.3: Evaporación de la mezcla acondicionada.

3.2.13.12 PESADO 4

Luego de la evaporación, se procedió a pesar la mermelada, para determinar las pérdidas que se produjeron en el proceso anterior, y calcular el rendimiento final.



Fotografía 24.3: Registro de peso de la mermelada (Pesado IV).

3.2.13.13 ENVASADO

Se colocó 500 g de mermelada (unidad experimental) distribuidos en cuatro frascos de vidrio de 125 ml (Por facilidad de análisis y prueba al producto) previamente esterilizados, en autoclave a 121°C, 14,7PSI, durante 30 minutos (Método de Chamberland).

Esta operación se realizó inmediatamente luego del pesado cuatro, teniendo la mermelada caliente para tener una mayor fluidez y obtener un vacío adecuado; colocando la mermelada en los envases, y dejándolos semisellados para facilitar la pasteurización.



Fotografía 25.3: Esterilización de envases y envasado de mermelada.

3.2.13.14 PASTEURIZACIÓN

Se realizó a 63°C por 30 minutos a baño de maría. La temperatura se tomó en el punto medio del envase que contiene la mermelada.



Fotografía 26.3: Pasteurización de la mermelada a 63°C.

3.2.13.15 SELLADO

Se realizó abriendo y cerrando rápidamente la tapa, para facilitar la salida del vapor, y crear un vacío que ayuda a la conservación del producto.



Fotografía 27.3: Sellado de envases con mermelada.

3.2.13.16 ENFRIAMIENTO

El enfriamiento del producto elaborado se realizó: primero poniendo los frascos de mermelada en agua a 18°C (temperatura ambiente) durante un minuto para evitar daños del frasco, y posteriormente se adiciono hielo para disminuir la temperatura del agua a 4°C, se dejó en reposo durante 4 minutos más, logrando que el producto se enfrié hasta los 18°C aproximadamente (método probado en ensayos preliminares). Esta etapa del proceso tuvo como objetivo interrumpir el tratamiento térmico de la mermelada, y evitar problemas de color y de textura.



Fotografía 28.3: Enfriamiento de mermelada con agua a 4°C.

3.2.13.17 ETIQUETADO

El etiquetado se realizó con el fin de identificar cada unidad experimental.



Fotografía 29.3: Etiquetado de cada unidad experimental.

3.2.13.18 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de las diferentes unidades experimentales (producto final) se realizó al ambiente, y una vez abierto en refrigeración, debido a que se trata de un alimento de bajo contenido de carbohidratos y alta humedad. Al producto antes de abrirlo se dejó en cuarentena, para realizar los respectivos análisis*.

* Primero se realizó el análisis microbiológico conforme se menciona en el ítem 3.2.11.1 (m). Comprobado microbiológicamente que el producto es apto para consumo humano, se procedió a realizar los respectivos análisis físico-químicos, según las normas técnicas y procedimientos ya mencionadas anteriormente. Con los datos obtenidos se procedió a verificar si estos están dentro de las normas para aceptar el producto (Ver anexos A) Los tratamientos que estuvieron dentro de la norma, pasaron a las pruebas sensoriales. Y con él o los mejores tratamientos, se realizó el cálculo de rendimiento y costo de elaboración.



Fotografía 30.3: Identificación y almacenamiento de unidades experimentales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Luego de elaborar el producto propuesto, según las especificaciones técnicas indicadas en el capítulo anterior, se realizó los estudios estadísticos con los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos, y organolépticos; con ellos se generaron las siguientes discusiones.

Cabe mencionar que la información que a continuación se detalla, se obtuvo de los tratamientos y variables evaluadas en la presente investigación.

4.1 MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS

En las materias primas nopal y fresa, se analizó la composición físico-química, misma que facilita el proceso de transformación y su análisis durante la elaboración del producto. El control microbiológico para verificar la aptitud de las materias primas.

Los análisis se realizaron para: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, fibra cruda, pH, proteína, sólidos solubles a 20°C, y sólidos totales.

Cuadro 13.4: Resultados de los análisis realizados en el nopal y fresa.

Parámetro Analizado	Unidad	Nopal	Fresa
Carbohidratos totales (CT)	%	3,20	9,13
Ceniza	%	1,10	0,43
Energía	Kcal/100g	52,12	41,22
Extracto etéreo (EE)	%	3,60	0,30
Fibra cruda (FC)	%	0,52	2,40
pH	---	2,80	3,89
Proteína	%	1,73	0,50
Sólidos solubles a 20°C (SS)	%	5,00	6,50
Sólidos totales (ST)	%	9,63	10,36
Recuento mohos (campos +)	%	1	22

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico realizados en materias primas (Anexo E1)

4.2 VARIABLES EVALUADAS

A continuación se presentan los valores obtenidos en cada variable analizada y su respectivo análisis.

4.2.1 CARBOHIDRATOS TOTALES EN LA MERMELADA

Cuadro 14.4: Resultados de contenido de carbohidratos totales (g/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	35,31	24,59	34,10	20,08	24,74	19,04	24,79	18,80	201,45
II	34,95	24,16	34,67	20,45	25,02	19,57	24,49	18,92	202,23
III	35,38	24,44	34,46	19,89	24,79	19,34	25,12	18,38	201,8
SUMA	105,64	73,19	103,23	60,42	74,55	57,95	74,40	56,10	605,48
MEDIA	35,21	24,40	34,41	20,14	24,85	19,32	24,80	18,70	25,23

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

En vista de la inexistencia de una norma que establezca el contenido de carbohidratos totales (CT) para una mermelada de esta características, se tomaron 10 datos de la información nutricional de mermeladas de fresa conforme al anexo D1, del cual se obtuvo una media de 59,15 g/100g. Teniendo en cuenta según la bibliografía consultada, que los productos alimenticios para diabéticos, conocidos también como “pobres en hidratos de carbono” deben presentar una reducción del 50% del contenido de carbohidratos (Normativa Francesa, Decreto N° 91-827 modificado); por lo tanto, la mermelada propuesta deberá tener un contenido de carbohidratos inferior a 29,575 g/100g.

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 3,2 g CT/100g nopal, y 9,13 g CT/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50%/ 50% (m/m), la mermelada cuenta en promedio con 6,165 g CT/100g. Por tanto el resto de CT se añadieron durante el proceso de elaboración, siendo estos: xilitol (polialcohol), pectina (sacárido no disponible), y ácido cítrico (ácido orgánico). “La sucralosa aunque sea hecha de azúcar, el cuerpo no le reconoce como carbohidrato, siendo apenas absorbida en un 11,27 %, y rápidamente eliminada (Fonte, P., 2010)”.

Cuadro 15.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	866,51	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	865,44	123,6341	1839,45	**	4,03	2,66
SC A	1	263,21	263,2113	3916,11	**	8,53	4,49
SC B	1	12,30	12,2980	182,97	**	8,53	4,49
SC AxB	1	7,24	7,2380	107,69	**	8,53	4,49
SC C	1	505,63	505,6344	7522,92	**	8,53	4,49
SC AxC	1	67,87	67,8721	1009,81	**	8,53	4,49
SC BxC	1	6,06	6,0602	90,16	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	3,12	3,1248	46,49	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	1,08	0,0672	-	-	-	-

C.V.= 1,03%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

El análisis de varianza (ADEVA), indica alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, **AxC**, **BxC**, y **AxBxC**; lo que significa que los tratamientos y los factores son diferentes. Esto demuestra que cada factor influye estadísticamente en forma diferente en el contenido de carbohidratos totales de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**1,03%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, y C.

Cuadro 16.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g CT/100g)	RANGOS
T1 (a₁ b₁ c₁)	35,21	a
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	34,41	b
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	24,85	c
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	24,80	c
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	24,40	c
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	20,14	d
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	19,32	e
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	18,70	e

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen cinco rangos diferentes; donde el tratamiento que ocupa el rango “a”, que es **T1** [(Xilitol 38 -

Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], se considera el mejor estadísticamente, al presentar un mayor contenido de carbohidratos totales.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético orientado hacia personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de CT posibles, los tratamientos más óptimos son aquellos que ocupan el rango “e”, siendo estos: **T6** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], y **T8** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], ya que presentan un menor contenido de CT.

Cuadro 17.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g CT/100g)	RANGOS
a₁	28,540	a
a ₂	21,917	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **a₁** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final] se considera el mejor estadísticamente por su alto contenido de CT, indicando que a mayor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de CT.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de CT posibles, el nivel más óptimo es: **a₂** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final], ya que presenta un contenido reducido de CT en la mermelada.

Cuadro 18.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (g CT/100g)	RANGOS
b₁	25,944	a
b ₂	24,513	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **B**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **b₁ (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor adición de bicarbonato de sodio, mayor contenido de carbohidratos totales.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de CT posibles, el nivel más óptimo es **b₂ (1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)**, ya que presenta un contenido reducido de CT en la mermelada.

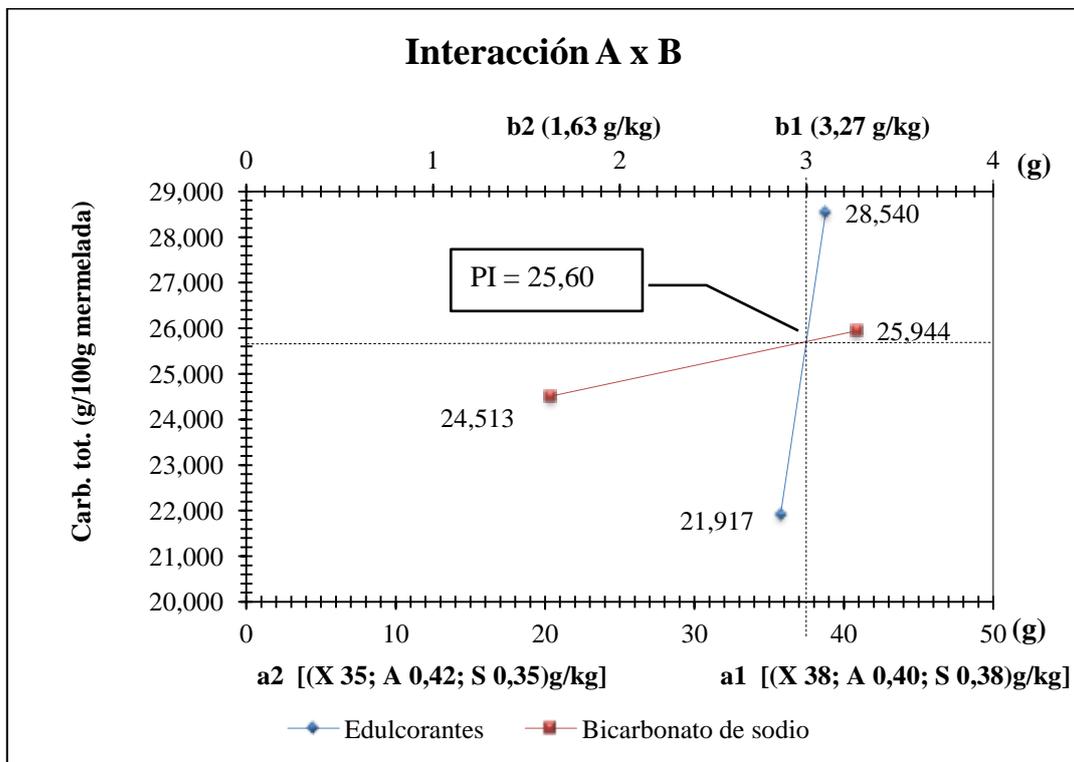
Cuadro 19.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (g CT/100g)	RANGOS
c₁	29,818	a
c ₂	20,638	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₁ (99°C)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor temperatura de concentración final, mayor concentración de carbohidratos totales.

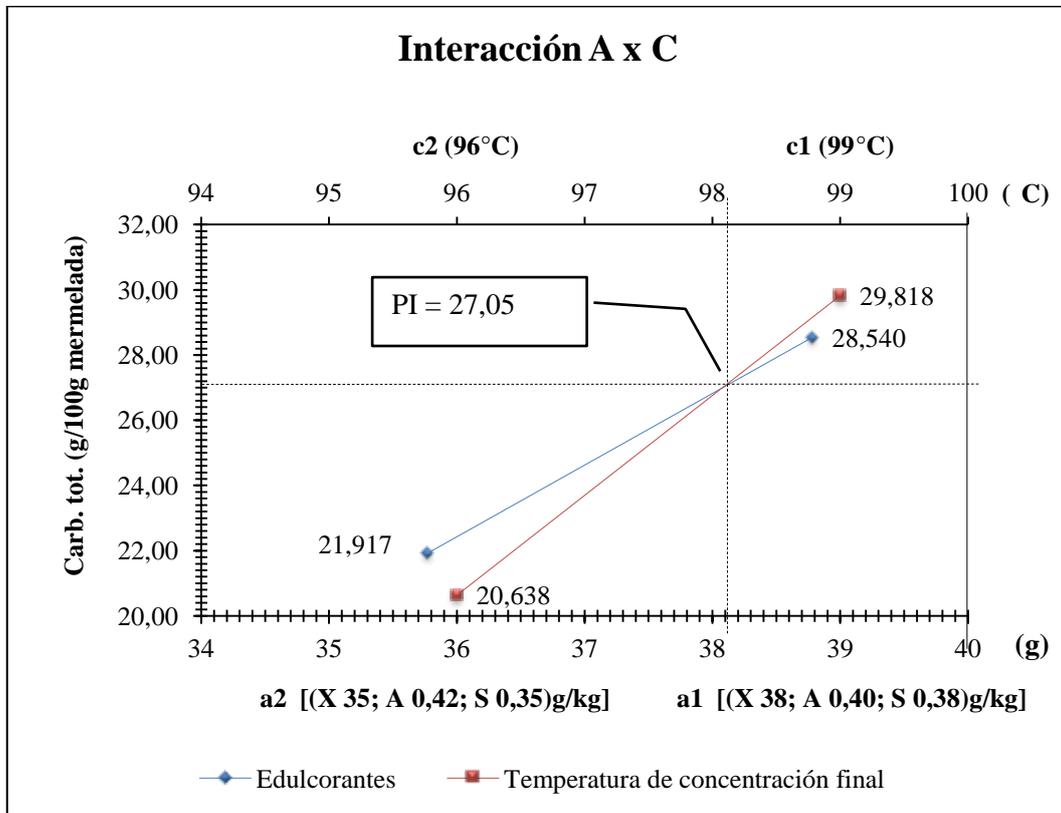
Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de CT posibles, el nivel más óptimo es e_2 (96°C), ya que presenta un contenido reducido de CT en la mermelada.

Gráfico 1.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable carbohidratos totales



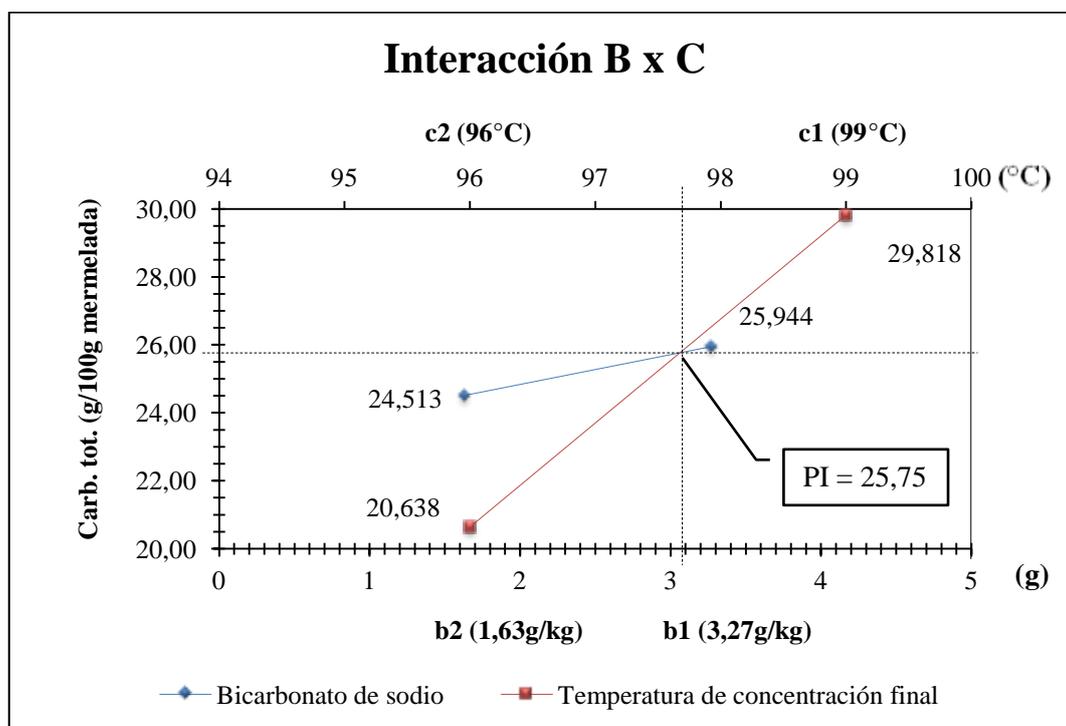
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, son directamente proporcionales al contenido de CT, es decir cuando más alta sea la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio en la mermelada, mayor es el contenido de CT, con un punto óptimo de interacción de 25,60 g/100g, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr una reducción en el contenido de CT.

Grafico 2.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable carbohidratos totales



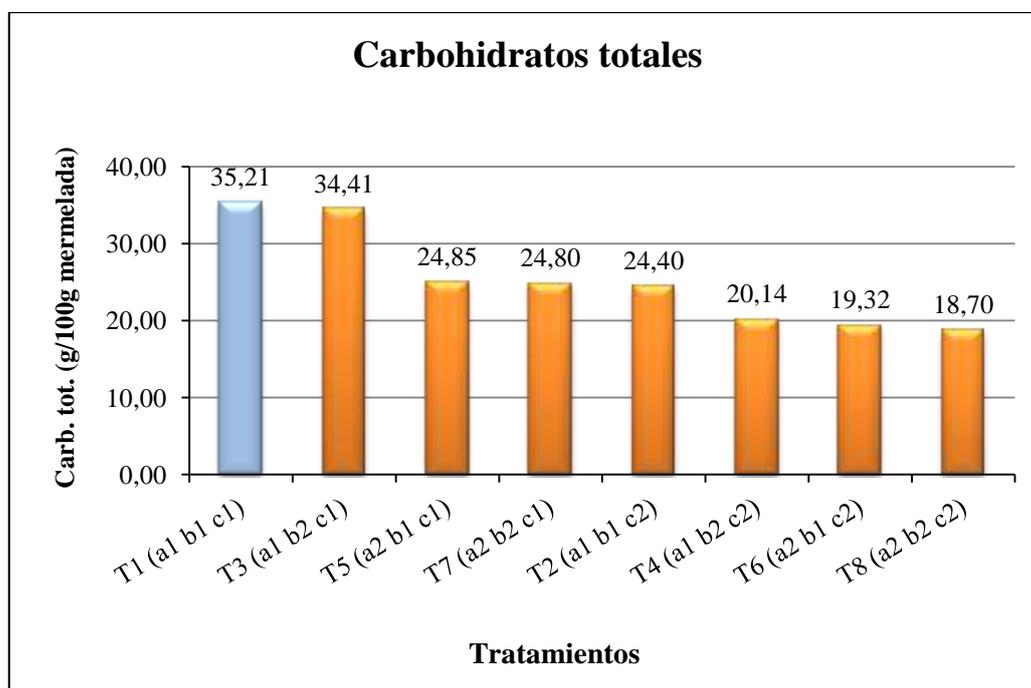
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de CT, es decir cuando más alta sea la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y temperatura de concentración final, mayor es el contenido de CT, con un punto óptimo de interacción de 27,05 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción en el contenido de CT.

Grafico 3.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable carbohidratos totales



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de bicarbonato de sodio y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de CT, es decir cuando más alta sea la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio y temperatura de concentración final, mayor es el contenido de CT, con un punto óptimo de interacción de 25,75 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción en el contenido de CT.

Grafico 4.4: Evaluación estadística de carbohidratos totales



En el grafico 4.4, se muestra que el tratamiento que responde estadísticamente al mayor contenido de carbohidratos totales es: **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], esto se da por efecto de adición de alta dosis de mezcla de edulcorantes, ya que el Xilitol es un polialcohol derivado hidrogenado de la xilosa (Cubero, N., y col., 2002), y la sucralosa que se elabora a partir de sacarosa, mediante halogenación de grupos hidroxilo por cloro (Rodríguez y Magro, 2008), que incrementan el contenido de CT; la alta dosis de bicarbonato de sodio, reacciona con el Cl para formar CO₂ (Gennaro, A., 2003), teniendo en cuenta que el mucílago del nopal, se presenta en los tejidos como sal de calcio (Cl₂Ca) (Trachtenberg y Meyer, 1982; citado por Quevedo, K. *et al.*, 2005), generando esta reacción un burbujeo que agiliza el proceso de gelificación, ya que la pectina de bajo índice de metóxilo (LM), no presentan buena resistencia mecánica (Cubero, N., y col., 2002), ayudando en el proceso mencionado, en el cual se organiza una red tridimensional que se estabiliza gracias a las interacciones hidrofóbicas de los grupos éster metílicos de la pectina (Bello, José., 2000), donde

además se atrapan ésteres (lípidos) de las materias primas, mismos que no pueden ser extraídos con éter de petróleo en el análisis de extracto etéreo, pasando a ser parte de la red hidrofóbica de la pectina, lo que suma el contenido de CT (Moreno, José., 2011 Jefe de Laboratorio de Uso Múltiple FICAYA); y, para lograr llegar a una mayor temperatura de concentración final, se necesita de un tiempo más prolongado en el proceso de evaporación, teniéndose como resultado una mayor reducción del contenido acuoso de la mermelada, por ello la concentración de CT es alta.

4.2.2 CENIZA EN LA MERMELADA

Cuadro 20.4: Resultados de contenido de ceniza (g/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	0,93	0,79	0,86	0,76	0,95	0,87	0,84	0,80	6,8
II	0,94	0,79	0,87	0,77	0,96	0,89	0,82	0,80	6,84
III	0,94	0,80	0,86	0,76	0,95	0,89	0,83	0,79	6,82
SUMA	2,81	2,38	2,59	2,29	2,86	2,65	2,49	2,39	20,46
MEDIA	0,94	0,79	0,86	0,76	0,95	0,88	0,83	0,80	0,85

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 1,1 g ceniza/100g nopal, y 0,43 g ceniza/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50% / 50% (m/m), la mermelada cuenta en promedio con 0,765 g ceniza/100g. Por lo tanto el resto de ceniza se añadió durante el proceso de elaboración, siendo estos: Acesulfame de K (sal potásica), bicarbonato de sodio, benzoato de sodio.

Cuadro 21.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	0,101050	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	0,100183	0,01431	264,22	**	4,03	2,66
SC A	1	0,004267	0,00427	78,77	**	8,53	4,49
SC B	1	0,036817	0,03682	679,69	**	8,53	4,49
SC AxB	1	0,004267	0,00427	78,77	**	8,53	4,49
SC C	1	0,045067	0,04507	832,00	**	8,53	4,49
SC AxC	1	0,007350	0,00735	135,69	**	8,53	4,49
SC BxC	1	0,002400	0,00240	44,31	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	0,000017	0,00002	0,31	NS	8,53	4,49
E. Exp.	16	0,000867	0,00005	-	-	-	-

C.V.= 0,86%

El análisis de varianza, indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, **AxC**, **BxC**, lo que no sucede con la interacción **AxBxC**, que no es significativa. Esto indica, que cada factor influye estadísticamente en forma diferente en el contenido de ceniza de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**0,86%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, y C.

Cuadro 22.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g Ceniza/100g)	RANGOS
T5 (a₂ b₁ c₁)	0,95	a
T1 (a₁ b₁ c₁)	0,94	a
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	0,88	b
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	0,86	b
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	0,83	c
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	0,80	d
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	0,79	d
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	0,76	e

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen cinco rangos diferentes; donde los tratamientos que ocupan el rango “a” se consideran los mejores estadísticamente al presentar un mayor contenido de ceniza, siendo estos: **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C].

Cuadro 23.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g Ceniza/100g)	RANGOS
a₂	0,866	a
a ₁	0,839	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **a₂** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 -

Sucralosa 0,35) g/kg producto final] se considera el mejor estadísticamente, por su alto contenido de ceniza, indicando que a menor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de ceniza.

Cuadro 24.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (g Ceniza/100g)	RANGOS
b₁	0,892	a
b ₂	0,813	b

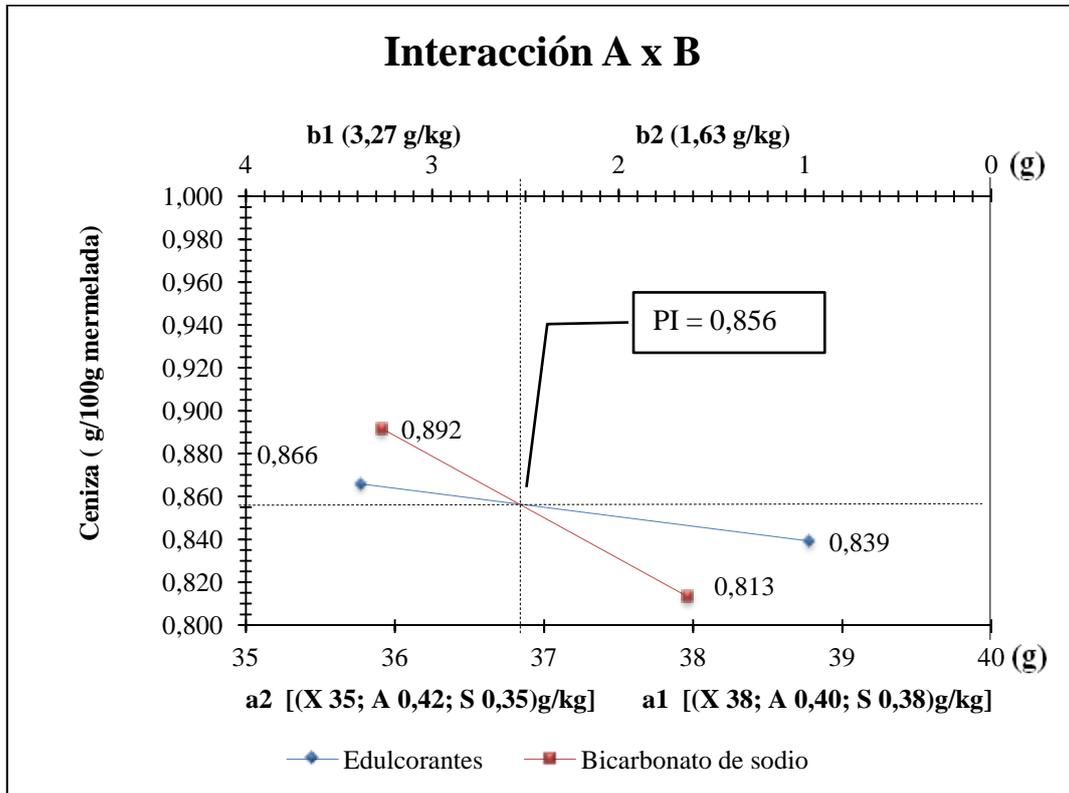
Al realizar la prueba DMS para el factor **B**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **b₁ (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)**, se considera el mejor estadísticamente, se considera el mejor estadísticamente, por su alto contenido de ceniza, indicando que a mayor adición de bicarbonato de sodio, mayor contenido de ceniza.

Cuadro 25.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (g Ceniza/100g)	RANGOS
c₁	0,896	a
c ₂	0,809	b

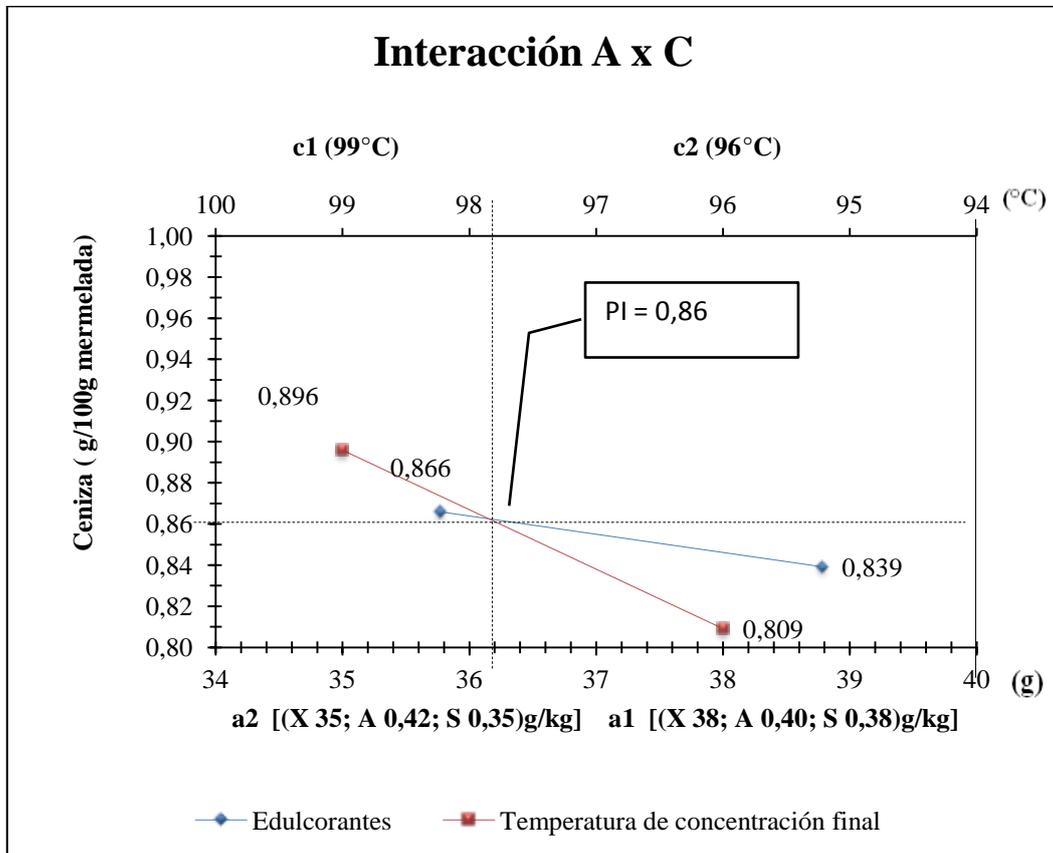
Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₁ (99°C)** se considera el mejor estadísticamente, por su alto contenido de ceniza, indicando que a mayor temperatura de concentración final, mayor concentración de ceniza en la mermelada.

Grafico 5.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable ceniza.



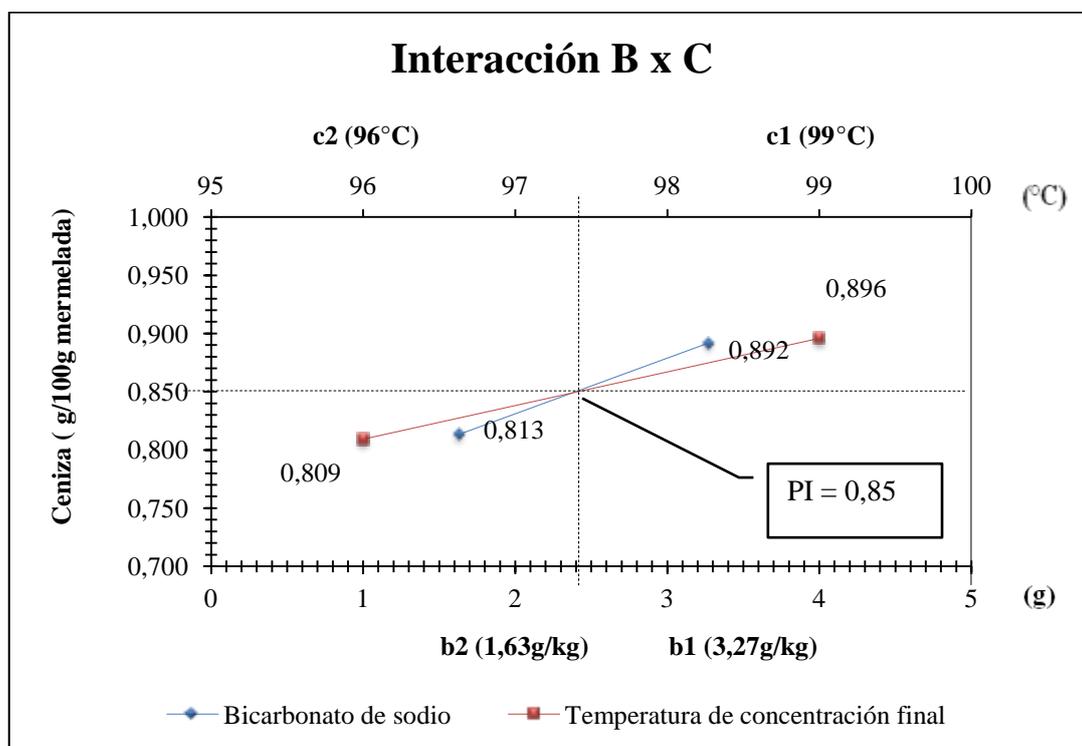
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes, es inversamente proporcional al contenido de ceniza, esto significa que a menor dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes, incrementa el contenido de ceniza en la mermelada. Por el contrario la dosis de bicarbonato de sodio, es directamente proporcional al contenido de ceniza, es decir que existe mayor contenido de ceniza cuando más alta es la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio en la mermelada. Con un punto óptimo de interacción de 0,856 g/100g, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr un contenido alto de ceniza reduciendo la cantidad de insumos necesarios.

Grafico 6.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable ceniza



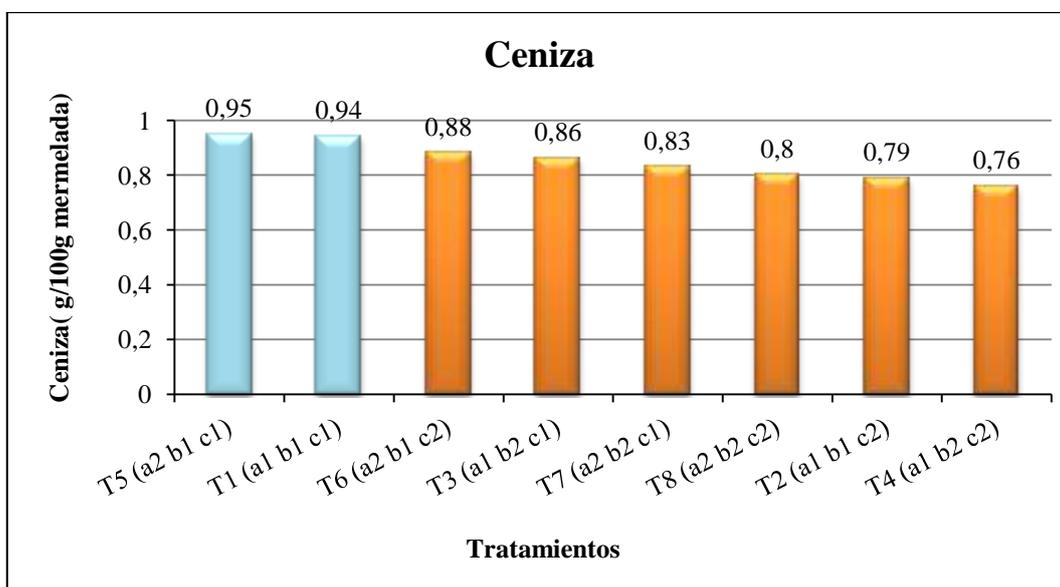
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes, es inversamente proporcional al contenido de ceniza, esto indica que a menor dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes, mayor es el contenido de ceniza en la mermelada. Por el contrario la temperatura de concentración final, es directamente proporcional al contenido de ceniza, es decir que existe mayor concentración de ceniza cuando más alta es la temperatura de concentración final. Con un punto óptimo de interacción de 0,86 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr un contenido alto de ceniza reduciendo la cantidad de insumo necesario, y ahorro de energía para llegar a la temperatura de concentración final.

Grafico 7.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable ceniza.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de bicarbonato de sodio y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de ceniza, esto significa que a mayor dosis de incorporación de bicarbonato de sodio en la mermelada y temperatura de concentración final, mayor es el contenido de ceniza. Con un punto óptimo de interacción de 0,85 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr un contenido alto de ceniza reduciendo la cantidad de insumos necesarios, y ahorro de energía para llegar a la temperatura de concentración final.

Grafico 8.4: Evaluación estadística de contenido de ceniza



En el grafico 8.4, se muestra que los tratamientos que responden estadísticamente al mayor contenido de ceniza son: **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C] y **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]. Esto se da por efecto de alta incorporación del edulcorante intenso Acesulfame de K (sal potásica) (Cubero, N., y *col.*, 2002), y alta dosis de incorporación de bicarbonato de sodio, ambas en la mermelada; mismas que incrementan el contenido de ceniza, ya que son materia inorgánica; y, para lograr llegar a una mayor temperatura de concentración final, se necesita de un tiempo más prolongado en el proceso de evaporación, teniéndose como resultado una mayor reducción del contenido acuoso de la mermelada, por ello la concentración de ceniza es mayor.

4.2.3 ENERGÍA DE LA MERMELADA

Cuadro 26.4: Resultados de energía (Kcal/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	148,07	104,29	142,90	86,96	105,03	82,84	105,84	81,58	857,51
II	146,58	102,52	145,19	88,44	106,19	84,95	104,69	82,06	860,62
III	148,30	103,69	144,34	86,24	105,27	84,08	107,16	79,86	858,94
SUMA	442,95	310,50	432,43	261,64	316,49	251,87	317,69	243,5	2577,10
MEDIA	147,65	103,50	144,14	87,21	105,50	83,96	105,90	81,17	107,38

Fuente: Resultados de cálculo en base a datos del anexo E2; teniendo en cuenta que los carbohidratos y proteínas aportan 4 Kcal/100g, y la grasa 9Kcal/100g (Ver ítem 3.2.11.1 – c).

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 52,12 kcal/100g nopal, y 41,22 kcal/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50%/ 50% (m/m), la mermelada cuenta en promedio con 46,67 Kcal/100g. Por lo tanto el valor energético que se obtuvo en la mermelada, fue ocasionado por adición de insumos como: xilitol, pectina, ácido cítrico (carbohidratos); además al sufrir un proceso de evaporación se obtiene un producto con mayor concentración de sólidos.

Cuadro 27.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	13926,80	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	13909,51	1987,07	1838,71	**	4,03	2,66
SC A	1	4212,71	4212,71	3898,17	**	8,53	4,49
SC B	1	184,54	184,54	170,76	**	8,53	4,49
SC AxB	1	113,58	113,58	105,10	**	8,53	4,49
SC C	1	8142,01	8142,01	7534,10	**	8,53	4,49
SC AxC	1	1126,55	1126,55	1042,44	**	8,53	4,49
SC BxC	1	95,64	95,64	88,50	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	34,49	34,49	31,91	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	17,29	1,08	-	-	-	-

C.V.= 0,97%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, **AxC**, **BxC**, y **AxBxC**; lo que significa que los tratamientos y los factores son diferentes. Esto demuestra que cada factor influye estadísticamente en forma diferente en el contenido de energía de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**0,97%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, C.

Cuadro 28.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (Kcal/100g)	RANGOS
T1 (a₁ b₁ c₁)	147,65	a
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	144,14	b
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	105,90	c
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	105,50	c
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	103,50	c
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	87,21	d
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	83,96	e
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	81,17	e

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen cinco rangos diferentes, donde el tratamiento que ocupa el rango “a”, que es **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C] se considera el mejor estadísticamente, al presentar un mayor valor energético.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético orientado hacia personas diabéticas, donde la mayoría de los productos no presentan una importante disminución del valor calórico respecto a los valores de referencia (Astiasarán, Iciar. *et al.*,2003), el contar con un reducido valor calórico, es un atractivo para los futuros consumidores; por ello, los tratamientos más óptimos son aquellos que ocupan el rango “e” ,siendo estos: **T6** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], y **T8** [(Xilitol 35 -Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], ya que presentan un menor valor energético.

Cuadro 29.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (Kcal/100g)	RANGOS
a₁	120,627	a
a ₂	94,129	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **a₁** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final], se considera el mejor estadísticamente por su mayor valor energético, indicando que a mayor adición de mezcla de edulcorantes, mayor valor energético de la mermelada.

Sin embargo, al tratarse un producto dietético apto para personas diabéticas, donde un reducido valor calórico sería un atractivo para el consumidor; siendo, el nivel mas optimo **a₂** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final], ya que presenta un reducido valor energético en la mermelada.

Cuadro 30.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (Kcal/100g)	RANGOS
b₁	110,151	a
b ₂	104,605	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **B**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **b₁** (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal) se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor adición de bicarbonato de sodio, mayor valor energético de la mermelada.

Sin embargo, al tratarse un producto dietético apto para personas diabéticas, donde un reducido valor calórico sería un atractivo para el consumidor; siendo, el nivel más óptimo **b₂ (1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)**, ya que presenta un reducido valor energético en la mermelada.

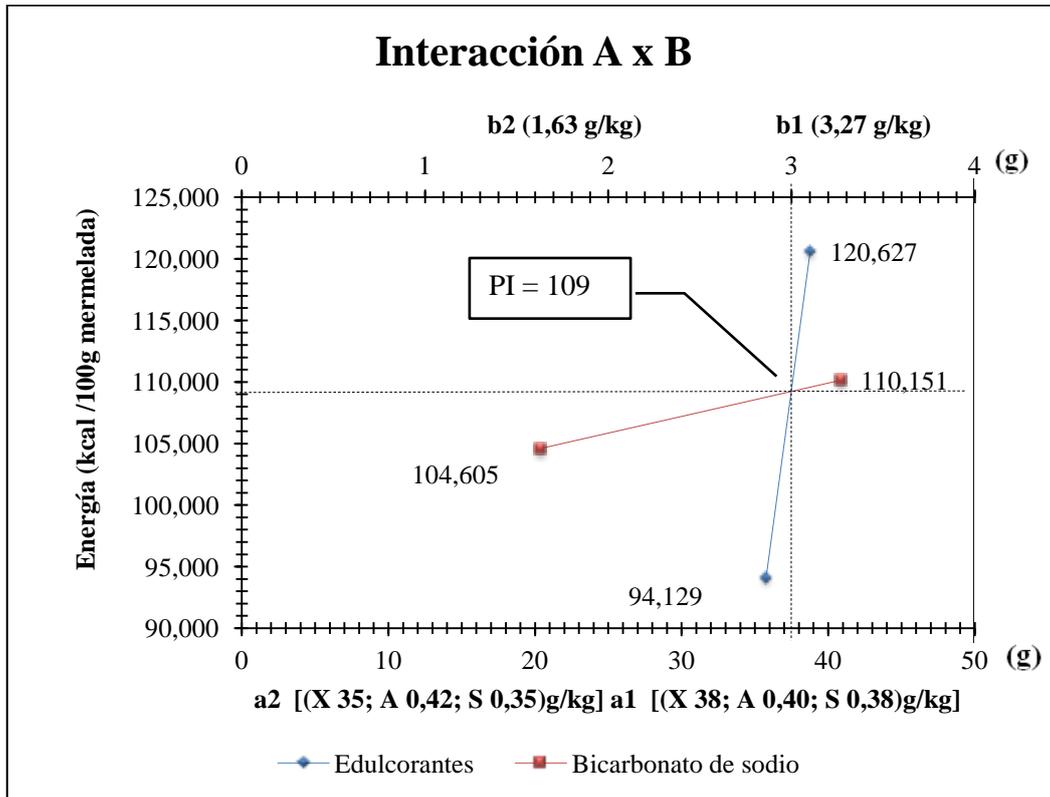
Cuadro 31.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (Kcal/100g)	RANGOS
c₁	125,797	a
c₂	88,959	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₁ (99°C)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor temperatura de concentración final, mayor valor energético de la mermelada.

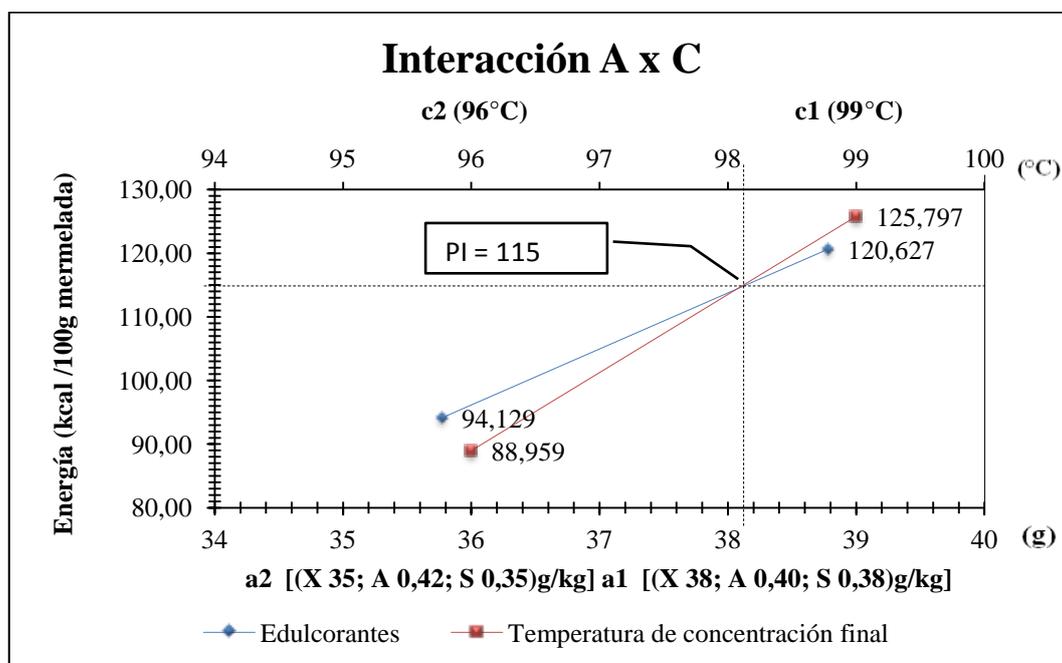
Sin embargo, al tratarse un producto dietético apto para personas diabéticas, donde un reducido valor calórico sería un atractivo para el consumidor; siendo, el nivel más óptimo **c₂ (96°C)**, ya que presenta un reducido valor energético en la mermelada.

Grafico 9.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable energía.



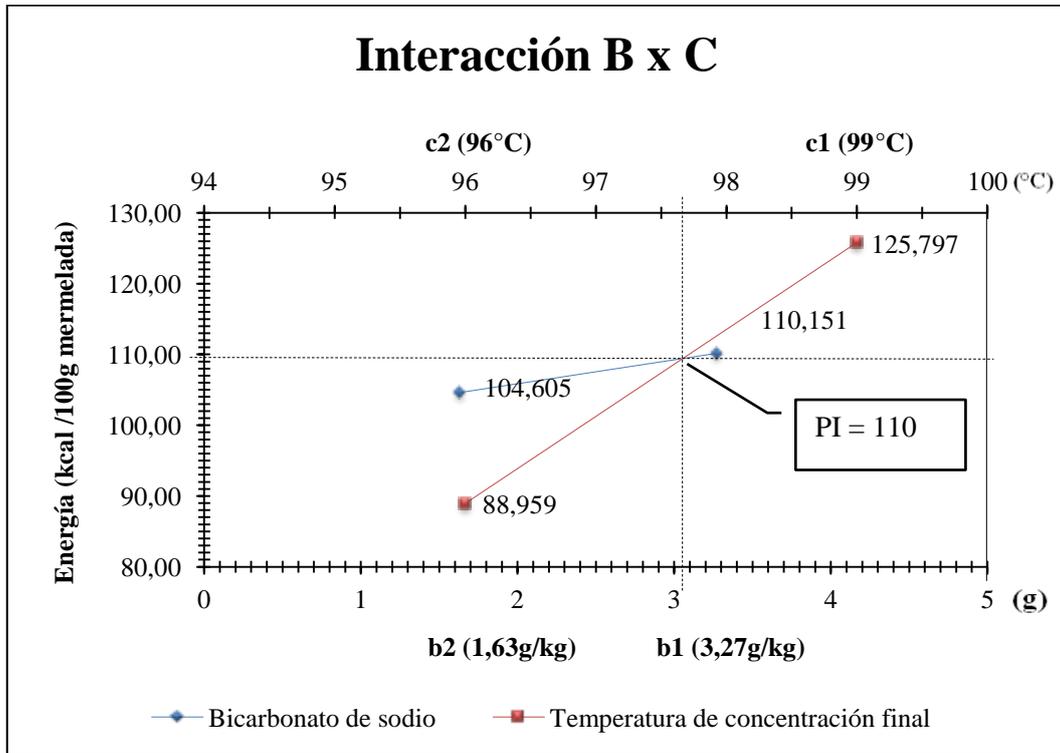
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, son directamente proporcionales al contenido de energía, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, mayor es el valor energético en el alimento, con un punto óptimo de interacción de 109 Kcal/100g, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr una reducción del valor energético de la mermelada.

Grafico 10.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable energía.



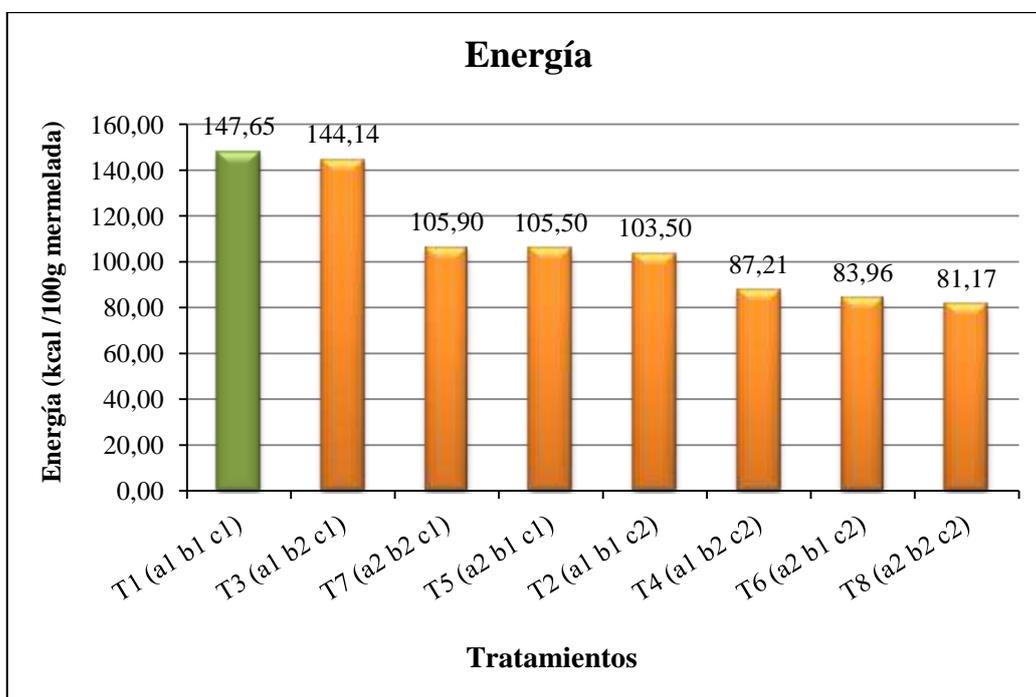
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de energía en el alimento, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y temperatura de concentración final, mayor es el valor energético de la mermelada, con un punto óptimo de interacción de 115 Kcal/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción del valor energético de la mermelada.

Grafico 11.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable energía.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de bicarbonato de sodio y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al valor energético, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio y temperatura de concentración final, mayor es el valor energético del alimento, con un punto óptimo de interacción de 110 Kcal/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción del valor energético de la mermelada.

Grafico 12.4: Evaluación estadística del contenido de energía



En el grafico 12.4, se muestra que el tratamiento que responde estadísticamente al mayor valor energético es: **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]. Esto se presenta por efecto de adición de mezcla de alta dosis de edulcorantes alta, ya que el xilitol aporta con 2,4 cal/g de energía (Velásquez, G., 2006), mismo que incrementa el contenido energético de la mermelada, los otros edulcorantes son intensos y se utiliza en pequeñas cantidades, por ello su valor calórico es insignificante (Rodríguez y Magro, 2008); la alta dosis de bicarbonato de sodio, genera un mayor burbujeo que agiliza el proceso de gelificación, ya que la pectina de bajo índice de metóxilo (LM), no presentan buena resistencia mecánica (Cubero, N., y col., 2002), ayudando en el proceso de gelificación, en el cual se organiza una red tridimensional que se estabiliza gracias a las interacciones hidrofóbicas de los grupos éster metílicos de la pectina (Bello, José., 2000), donde además se atrapan ésteres (lípidos) de las materias primas, mismos que no pueden ser extraídos con éter de petróleo en el análisis de extracto etéreo, pasando a ser parte de la red hidrofóbica lo que suma el contenido de CT

(Moreno, José., 2011 Jefe de Laboratorio de Uso Múltiple FICAYA), que aportan 4 Kcal/g; y, para lograr llegar a una mayor temperatura de concentración final, se necesita de un tiempo más prolongado en el proceso de evaporación, teniéndose como resultado una mayor reducción del contenido acuoso de la mermelada, por ello la concentración de sólidos es mayor, dando como resultado un producto con elevado valor energético.

4.2.4 EXTRACTO ETÉREO EN LA MERMELADA

Cuadro 32.4: Resultados de contenido de extracto etéreo (g/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	0,51	0,45	0,50	0,48	0,47	0,52	0,52	0,50	3,95
II	0,50	0,44	0,51	0,48	0,47	0,51	0,53	0,50	3,94
III	0,50	0,45	0,50	0,48	0,47	0,52	0,52	0,50	3,94
SUMA	1,51	1,34	1,51	1,44	1,41	1,55	1,57	1,50	11,83
MEDIA	0,50	0,45	0,50	0,48	0,47	0,52	0,52	0,50	0,49

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 3,60 g EE/100g nopal, y 0,30 g EE/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50%/ 50%, la mermelada cuenta en promedio con 1,95 g EE/100g. Por lo tanto la reducción del contenido de extracto etéreo (EE), fue causada por efecto de que, en el proceso de gelificación se organiza una red tridimensional que se estabiliza gracias a las interacciones hidrofóbicas de los grupos éster metílicos de la pectina (Bello, José., 2000), donde además se atrapan ésteres (lípidos) de las materias primas, mismos que no pueden ser extraídos con éter de petróleo en el análisis de extracto etéreo, pasando a ser parte de la red hidrofóbica de la pectina, lo que

suma el contenido de CT, reduciendo el contenido de EE (Moreno, José., 2011 Jefe de Laboratorio de Uso Múltiple FICAYA).

Cuadro 33.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	0,014096	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	0,013762	0,001966	94,37	**	4,03	2,66
SC A	1	0,002204	0,002204	105,80	**	8,53	4,49
SC B	1	0,001837	0,001837	88,20	**	8,53	4,49
SC AxB	1	0,000004	0,000004	0,20	NS	8,53	4,49
SC C	1	0,001204	0,001204	57,80	**	8,53	4,49
SC AxC	1	0,004004	0,004004	192,20	**	8,53	4,49
SC BxC	1	0,000504	0,000504	24,20	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	0,004004	0,004004	192,20	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	0,000333	0,000021	-	-	-	-

C.V.= 0,93%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxC**, **BxC**, y **AxBxC**, y la interacción **AxB** no es significativa. Lo que significa que los tratamientos y los factores son diferentes. Esto demuestra que cada factor influye estadísticamente en forma diferente en el contenido de extracto etéreo de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**0,93%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, C.

Cuadro 34.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g EE/100g)	RANGOS
T7 (a₂ b₂ c₁)	0,52	a
T6 (a₂ b₁ c₂)	0,52	a
T1 (a₁ b₁ c₁)	0,50	a
T3 (a₁ b₂ c₁)	0,50	a
T8 (a₂ b₂ c₂)	0,50	a
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	0,48	b
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	0,47	b
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	0,45	c

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen tres rangos diferentes; donde los tratamientos que ocupan el rango “a” se consideran los mejores estadísticamente al presentar un mayor contenido de EE, siendo estos **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], **T6** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], **T3** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 1,63g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T8** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C].

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético orientado hacia personas diabéticas, donde un reducido valor calórico sería un atractivo para el consumidor, por ello un reducido contenido de extracto etéreo ayudaría a lograr este propósito, además de indicar que la pectina a trabajado de mejor manera, ya que esta se enlaza con las grasas para formar redes hidrofóbicas (Bello, José., 2000). Por lo expuesto el mejor tratamiento es el que se encuentra en el rango “c”, siendo este: **T2** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto

final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], al presentar menor contenido de extracto etéreo en la mermelada.

Cuadro 35.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g EE/100g)	RANGOS
a ₂	0,503	a
a ₁	0,483	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde a₂ [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final], se considera el mejor estadísticamente por su alto contenido de EE, indicando que a menor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de EE.

Sin embargo, al tratarse un producto dietético apto para personas diabéticas, y por lo expuesto anteriormente, el nivel más óptimo es: a₁ [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final], ya que presenta un reducido contenido de EE.

Cuadro 36.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (g EE/100g)	RANGOS
b ₂	0,502	a
b ₁	0,484	b

Al realizar la prueba DMS para el factor B, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde b₂ (1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal) se

considera el mejor estadísticamente, indicando que a menor adición de bicarbonato de sodio, mayor contenido de EE.

Sin embargo, al tratarse un producto dietético apto para personas diabéticas, y por lo expuesto anteriormente, el nivel más óptimo es: **b₁ (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)**, ya que presenta un reducido contenido de EE.

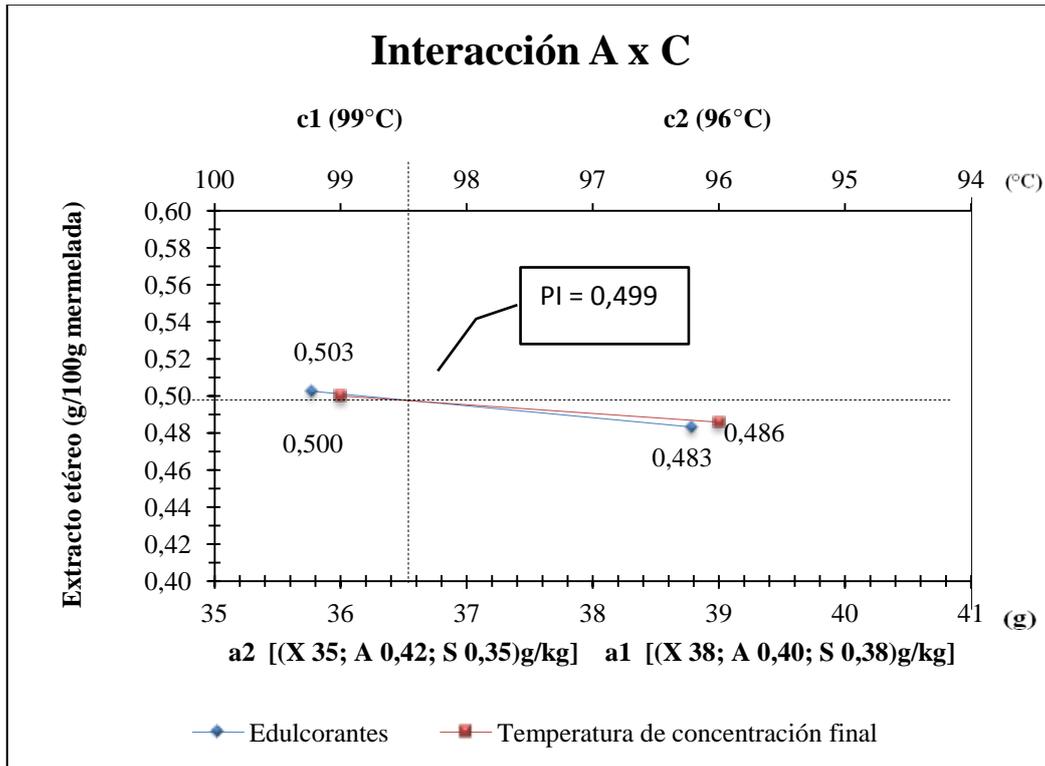
Cuadro 37.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (g EE/100g)	RANGOS
c₁	0,500	a
c ₂	0,486	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₁ (99°C)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor temperatura de concentración final, mayor concentración de EE.

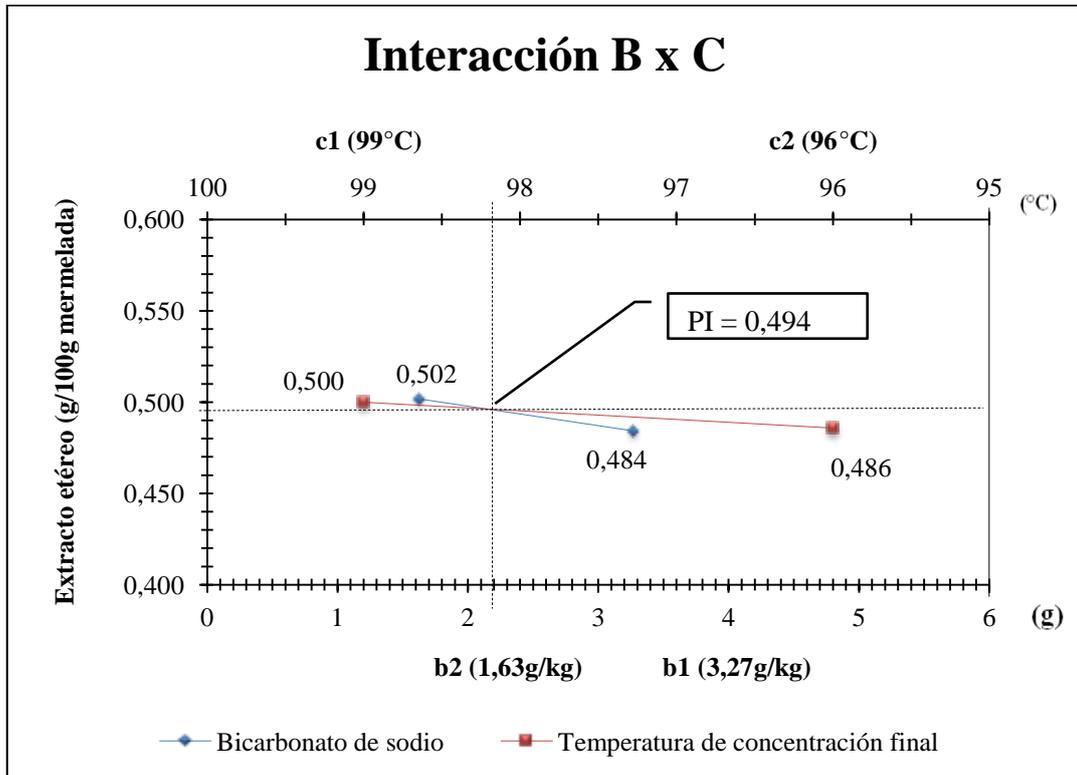
Sin embargo, al tratarse un producto dietético apto para personas diabéticas, y por lo expuesto anteriormente, el nivel más óptimo es: **c₂ (96°C)**, ya que presenta un reducido contenido de EE.

Grafico 13.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorante) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable extracto etéreo.



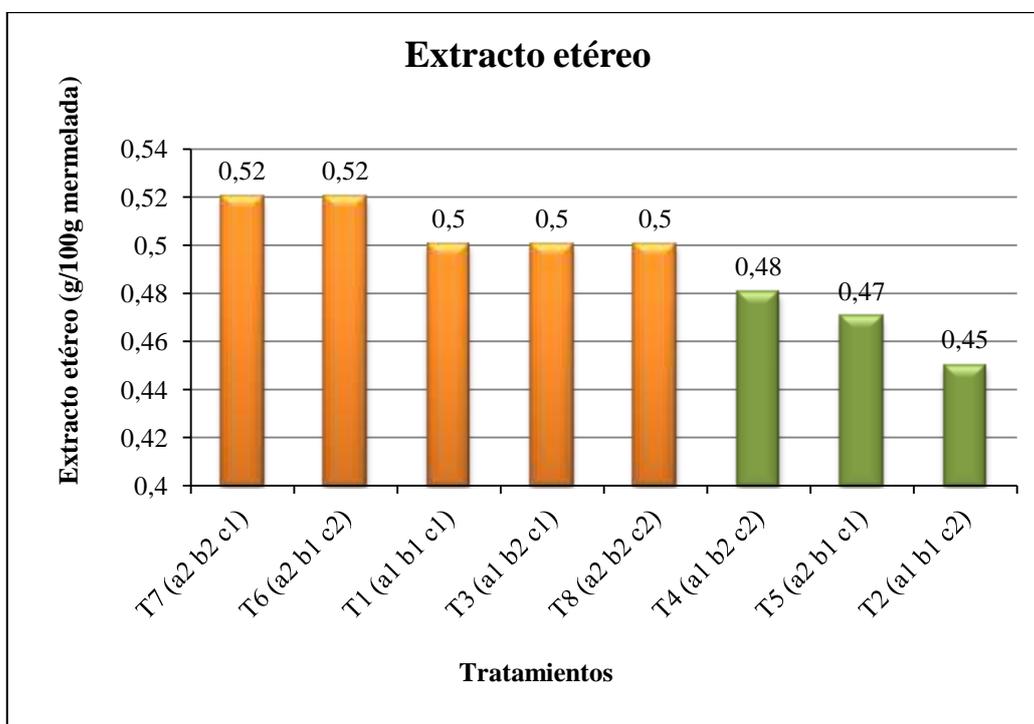
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes, es inversamente proporcional al contenido de extracto etéreo, esto significa que a menor dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes, mayor es el contenido de EE. Por el contrario la temperatura de concentración final, es directamente proporcional a la concentración de EE, es decir que existe mayor concentración de EE cuando más alta es la temperatura de concentración final. Con un punto óptimo de interacción de 0,499 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción del valor de EE de la mermelada.

Grafico 14.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable extracto etéreo.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de incorporación de bicarbonato es inversamente proporcional al contenido de extracto etéreo, esto quiere decir que a menor dosis de bicarbonato de sodio mayor es el contenido de EE. Por el contrario la temperatura de concentración final, es directamente proporcional a la concentración de EE, es decir que existe mayor concentración de EE cuando mayor es la temperatura de concentración final. Con un punto óptimo de interacción de 0,494 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción del valor de EE de la mermelada.

Grafico 15.4: Evaluación estadística de contenido de extracto etéreo



En el grafico 15.4, se muestra que los tratamientos que responden estadísticamente al mayor contenido de EE son: **T7 (a₂ b₂ c₁)**, **T6 (a₂ b₁ c₂)**, **T1 (a₁ b₁ c₁)**, **T3 (a₁ b₂ c₁)**, y **T8 (a₂ b₂ c₂)**. Esto se da debido a que la menor dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes provoca un reducido incremento de los sólidos solubles, ya que la pectina de bajo índice de metóxilo funciona mejor en un rango de 10 a 20 % de SS, lográndose una optimización en el funcionamiento de la pectina para formar geles; la dosis de bicarbonato de sodio provoca un burbujeo que agiliza el proceso de gelificación, ya que la pectina de bajo índice de metóxilo (LM), no presentan buena resistencia mecánica (Cubero, N., y col., 2002), ayudando en el proceso, en el cual se organiza una red tridimensional que se estabiliza gracias a las interacciones hidrofóbicas de los grupos éster metílicos de la pectina (Bello, José., 2000), donde además se atrapan ésteres (lípidos) de las materias primas, mismos que no pueden ser extraídos con éter de petróleo en el análisis de extracto etéreo (Moreno, José., 2011 Jefe de Laboratorio de Uso

Múltiple FICAYA); y, para lograr llegar a una mayor temperatura de concentración final, se necesita de un tiempo más prolongado en el proceso de evaporación, teniéndose como resultado una mayor reducción del contenido acuoso de la mermelada, por ello la concentración de EE es alta.

4.2.5 FIBRA CRUDA EN LA MERMELADA

Cuadro 38.4: Resultados de contenido de fibra cruda (g/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	1,28	2,21	1,92	1,35	2,26	1,75	1,95	2,38	15,10
II	1,31	2,24	1,88	1,38	2,28	1,80	1,92	2,38	15,19
III	1,30	2,19	1,93	1,33	2,26	1,78	1,94	2,36	15,09
SUMA	3,89	6,64	5,73	4,06	6,80	5,33	5,81	7,12	45,38
MEDIA	1,30	2,21	1,91	1,35	2,27	1,78	1,94	2,37	1,89

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 0,52 g FC/100g nopal, y 2,40 g FC/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50% / 50% (m/m), la mermelada cuenta en promedio con 1,46 g FC/100g. Por lo tanto el contenido de fibra cruda (FC) que se obtuvo, fue causado por efecto de adición de pectina.

Cuadro 39.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	3,41	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	3,41	0,4906	1167,95	**	4,03	2,66
SC A	1	0,94	0,9361	2246,76	**	8,53	4,49
SC B	1	0,00	0,0013	0,36	NS	8,53	4,49
SC AxB	1	0,10	0,0988	237,16	**	8,53	4,49
SC C	1	0,04	0,0400	84,64	**	8,53	4,49
SC AxC	1	0,06	0,0580	153,76	**	8,53	4,49
SC BxC	1	0,11	0,1040	268,96	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	2,16	2,1962	5184,00	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	0,01	0,0004	-	-	-	-

C.V.= 1,08%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, **AxC**, **BxC**, y **AxBxC**, lo que no sucede con factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), que es no significativo. Lo que significa que los tratamientos son diferentes, y el factor **A** y **C**, influyen estadísticamente de forma diferente en el contenido de fibra cruda (FC) de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**1,08%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, y C.

Cuadro 40.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g FC/100g)	RANGOS
T8 (a₂ b₂ c₂)	2,37	a
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	2,27	b
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	2,21	b
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	1,94	c
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	1,91	c
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	1,78	d
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	1,35	e
T1 (a ₁ b ₁ c ₁)	1,30	e

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen cinco rangos diferentes; donde, el tratamiento que ocupa el rango “a”, **T8 [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C]** se considera como el mejor estadísticamente, al presentar un mayor contenido de fibra cruda.

Cuadro 41.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g FC/100g)	RANGOS
a₂	2,088	a
a ₁	1,693	b

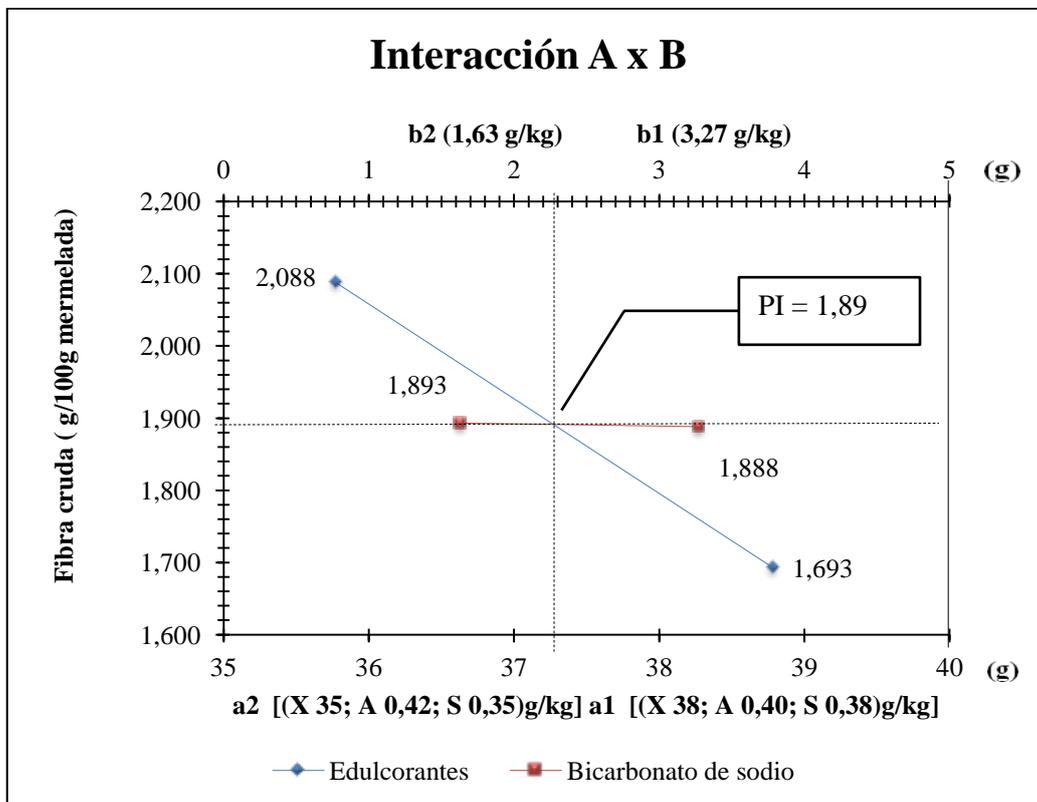
Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **a₂ [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final]**, se considera el mejor estadísticamente por su alto contenido de FC, indicando que a menor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de FC.

Cuadro 42.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (g FC/100g)	RANGOS
c ₂	1,929	a
c ₁	1,853	b

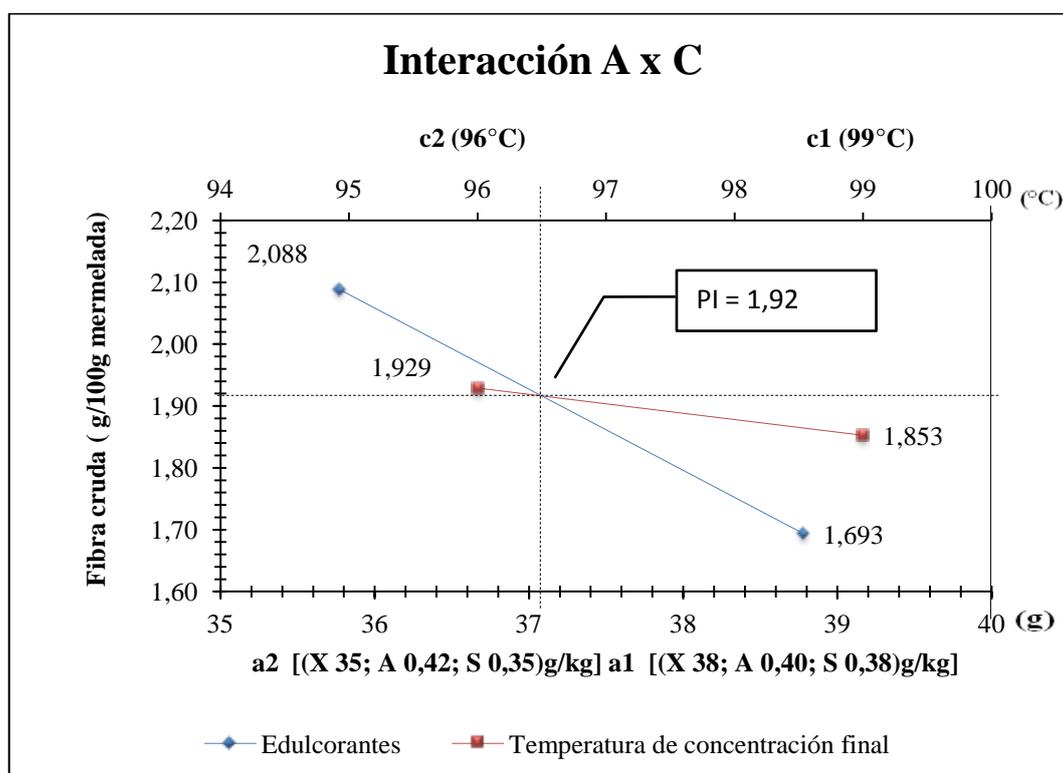
Al realizar la prueba DMS para el factor C, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde c₂ (96°C) se considera el mejor estadísticamente, indicando que a menor temperatura de concentración final, mayor concentración de FC en la mermelada.

Grafico 16.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorante) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable fibra cruda



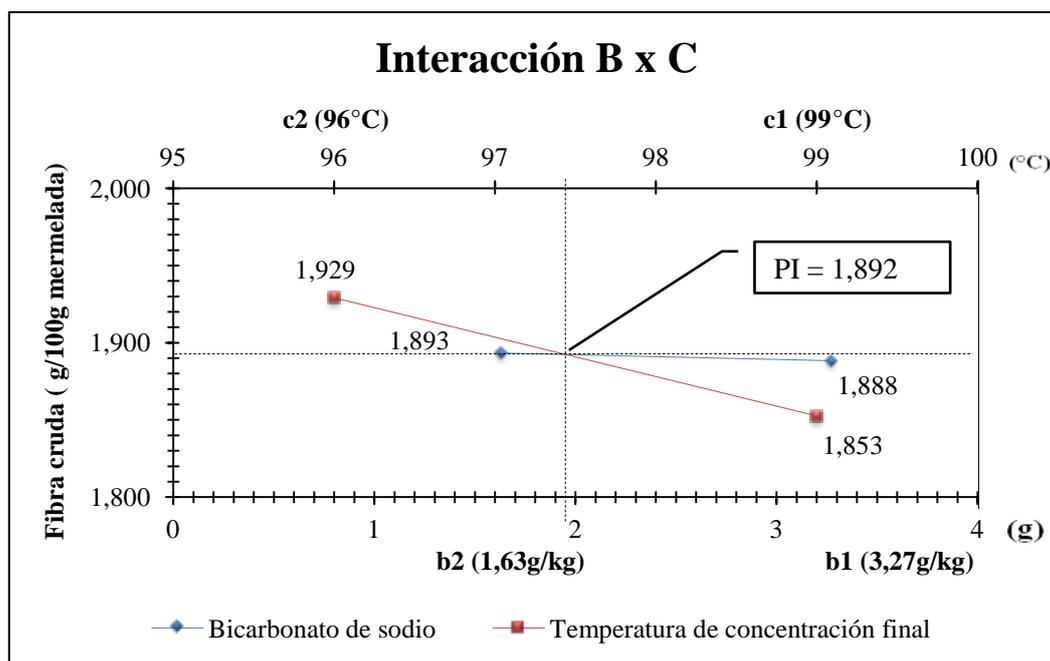
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes es inversamente proporcional al contenido de FC en el alimento, es decir cuando más baja es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes, mayor es el contenido de FC, y la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio no influye estadísticamente en su contenido, debido a que el burbujeo sea mayor o menor, liga una pequeña cantidad de EE, que no muestra mayor diferencia en el incremento de FC. Interactuando en 1,89 g/100g, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr un contenido alto de FC reduciendo la cantidad de insumos necesarios.

Grafico 17.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable fibra cruda.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y la temperatura de concentración final, son inversamente proporcionales al contenido de FC, es decir cuando más baja es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y temperatura de concentración final, mayor es el contenido y concentración de FC en la mermelada, con un punto óptimo de interacción de 1,92 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr un contenido alto de FC reduciendo la cantidad de insumo necesario, y ahorro de energía para llegar a la temperatura de concentración final.

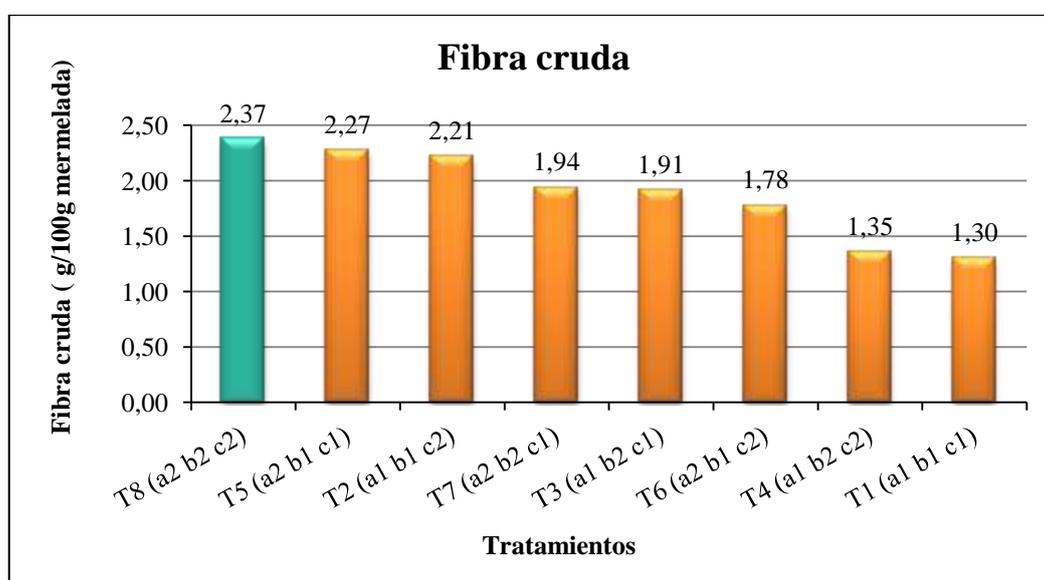
Grafico 18.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable fibra cruda.



La interacción de los factores estudiados indica que la temperatura de concentración final, es inversamente proporcional al contenido de FC, que significa que cuanto más baja es la temperatura de concentración final, mayor es

la concentración de FC; y, la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio no influye estadísticamente en su contenido, debido a que el burbujeo sea mayor o menor, liga una pequeña cantidad de EE, que no muestra mayor diferencia en el incremento de FC. Interactuando en 1,892 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr un contenido alto de FC reduciendo la cantidad de insumo necesario, y ahorro de energía para llegar a la temperatura de concentración final.

Grafico 19.4: Evaluación estadística de contenido de fibra cruda



En el grafico 19.4, se muestra que el tratamiento que responde estadísticamente al mayor contenido de fibra cruda es: **T8** [(Xilitol 35, Acesulfame de Potasio 0.42, Sucralosa 0.35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C]. Esto se da debido a que la menor dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes provoca un reducido incremento de los sólidos solubles, ya que la pectina de bajo índice de metóxilo funciona mejor en un rango de 10 a 20 % de SS, lográndose una optimización en el funcionamiento de la pectina para formar geles; la baja dosis de bicarbonato de sodio, produce un burbujeo leve que facilita

la mezcla e interacción de insumos con las materias primas; y, la menor temperatura de concentración final, facilita el trabajo de la pectina de bajo índice de metóxilo ya que esta actúa mejor, debido a que a menores temperaturas se produce una gelificación lenta, logrando captar mayor cantidad de extracto etéreo, e incrementar la cantidad de FC.

4.2.6 PH DE LA MERMELADA

Cuadro 43.4: Resultados de pH

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	3,38	3,40	3,33	3,35	3,38	3,39	3,26	3,29	26,78
II	3,36	3,37	3,33	3,37	3,37	3,37	3,28	3,31	26,76
III	3,36	3,39	3,34	3,34	3,38	3,39	3,27	3,29	26,76
SUMA	10,10	10,16	10,00	10,06	10,13	10,15	9,81	9,89	80,30
MEDIA	3,37	3,39	3,33	3,35	3,38	3,38	3,27	3,30	3,35

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas ingresaron con pH: 3,89 la fresa, y 2,8 el nopal, y debido a que la mezcla fue 50/50 % (m/m), la mermelada cuenta en promedio con 3,345 de pH. Por lo tanto la variación de pH se presenta por causa de adición de: xilitol (pH 5-7) bicarbonato de sodio (gasificante, regulador de pH), benzoato de sodio (sal de ácido benzoico básica), ácido cítrico.

Además, todos los tratamientos están dentro de lo establece la norma técnica Ecuatoriana INEN 419 para mermeladas, que establece valores de pH de 2,8 – 3,5.

Cuadro 44.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	0,040583	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	0,038517	0,005502	42,60	**	4,03	2,66
SC A	1	0,004817	0,004817	37,29	**	8,53	4,49
SC B	1	0,025350	0,025350	196,26	**	8,53	4,49
SC AxB	1	0,006017	0,006017	46,58	**	8,53	4,49
SC C	1	0,002017	0,002017	15,61	**	8,53	4,49
SC AxC	1	0,000017	0,000017	0,13	NS	8,53	4,49
SC BxC	1	0,000150	0,000150	1,16	NS	8,53	4,49
SC AxBxC	1	0,000150	0,000150	1,16	NS	8,53	4,49
E. Exp.	16	0,002067	0,000129	-	-	-	-

C.V.= 0,34%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, no presenta significación estadística en las interacciones **AxC**, **BxC** y **AxBxC**; lo que significa que los tratamientos y los factores son diferentes. Esto demuestra que cada factor influye estadísticamente de forma diferente en el valor de pH de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**0,34%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, y C.

Cuadro 45.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (pH)	RANGOS
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	3,39	a
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	3,38	a
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	3,38	a
T1 (a ₁ b ₁ c ₁)	3,37	a
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	3,35	a
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	3,33	a
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	3,30	b
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	3,27	b

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen dos rangos diferentes; donde los tratamientos que ocupan tanto el rango “a” son los mejores estadísticamente debido a que presentan un mayor contenido de pH, siendo estos: T2 (a₁ b₁ c₂), T5 (a₂ b₁ c₁), T6 (a₂ b₁ c₂), T1 (a₁ b₁ c₁), T4 (a₁ b₂ c₂), T3 (a₁ b₂ c₁).

Cuadro 46.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (pH)	RANGOS
a ₁	3,360	a
a ₂	3,332	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde a₁ [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final], se considera el mejor estadísticamente por su alto valor de pH, indicando que a mayor adición de mezcla de edulcorantes, mayor valor de pH de la mermelada.

Cuadro 47.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (pH)	RANGOS
b₁	3,378	a
b ₂	3,313	b

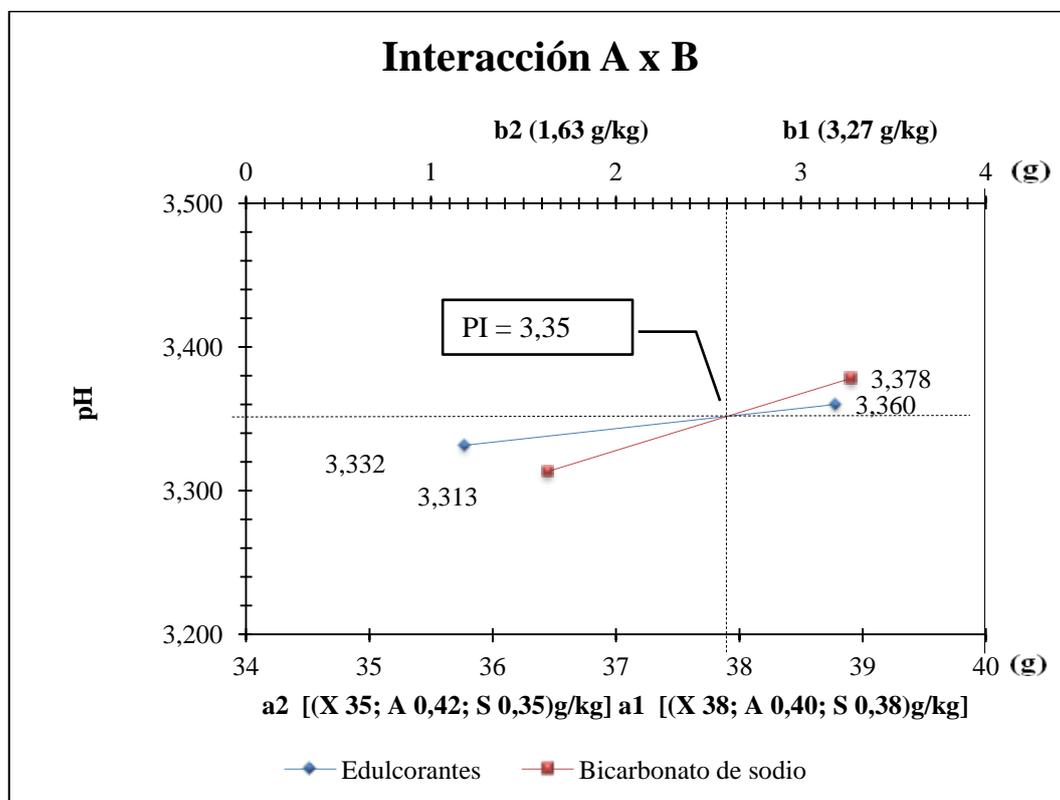
Al realizar la prueba DMS para el factor **B**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **b₁ (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor adición de bicarbonato de sodio, mayor valor de pH de la mermelada.

Cuadro 48.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (pH)	RANGOS
c₂	3,355	a
c ₁	3,337	b

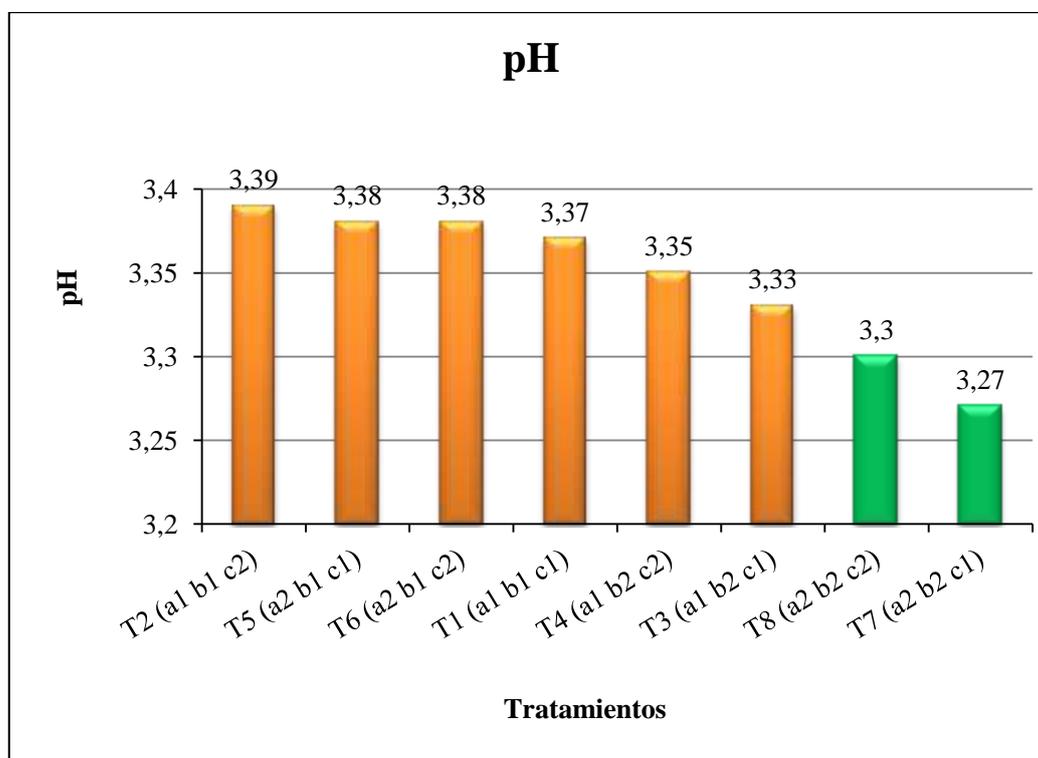
Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₂ (96°C)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a menor temperatura de concentración final, mayor valor de pH de la mermelada, ya que esta cuenta con mayor contenido acuoso.

Grafico 20.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable de pH.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, son directamente proporcionales al valor de pH en la mermelada, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, mayor es el valor de pH en la mermelada, con un punto óptimo de interacción de pH 3,35, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para obtener un producto dentro del rango que establece la NTE INEN 419, para CONSERVAS VEGETALES, MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS, cuyos valores de pH son: 2,8 a 3,5.

Grafico 21.4: Evaluación estadística del valor de pH en la mermelada.



En el grafico 21.4, se muestra que los tratamientos que responden estadísticamente al mayor valor de pH de la mermelada son: **T2 (a₁ b₁ c₂)**, **T5 (a₂ b₁ c₁)**, **T6 (a₂ b₁ c₂)**, **T1 (a₁ b₁ c₁)**, **T4 (a₁ b₂ c₂)**, **T3 (a₁ b₂ c₁)**. Además, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la NTE INEN 419, para CONSERVAS VEGETALES, MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS, que establece valores de pH entre 2,8 a 3,5.

4.2.7 PROTEÍNA EN LA MERMELADA

Cuadro 49.4: Resultados de contenido de proteína (g/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	0,56	0,47	0,5	0,58	0,46	0,5	0,5	0,47	4,04
II	0,57	0,48	0,48	0,58	0,47	0,52	0,49	0,47	4,06
III	0,57	0,47	0,5	0,59	0,47	0,51	0,5	0,46	4,07
SUMA	1,70	1,42	1,48	1,75	1,40	1,53	1,49	1,40	12,17
MEDIA	0,57	0,47	0,49	0,58	0,47	0,51	0,50	0,47	0,51

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 1,73 g proteína/100g nopal, y 0,5 g proteína/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50% / 50% (m/m), la mermelada contaba en promedio con 1,115 g proteína/100g. Por lo tanto el contenido de proteína que se obtuvo, fue causado por efecto de la temperatura, ya que a altas temperaturas se produce desnaturalización de la proteína.

Cuadro 50.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	0,043096	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	0,042229	0,006033	111,37	**	4,03	2,66
SC A	1	0,011704	0,011704	216,08	**	8,53	4,49
SC B	1	0,000204	0,000204	3,77	NS	8,53	4,49
SC AxB	1	0,000938	0,000938	17,31	**	8,53	4,49
SC C	1	0,000037	0,000037	0,69	NS	8,53	4,49
SC AxC	1	0,000104	0,000104	1,92	NS	8,53	4,49
SC BxC	1	0,004538	0,004538	83,77	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	0,024704	0,024704	456,08	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	0,000867	0,000054	-	-	-	-

C.V.= 1,45%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), é interacción **AxB**, **BxC**, y **AxBxC**, y no presentan significación estadística los factores **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), y **C** (Temperatura de concentración final), é interacción **AxC**; lo que significa que los tratamientos son diferentes, y el factor **A** influye estadísticamente en forma diferente en el contenido de proteína de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**1,45%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar el mejor nivel del factor A.

Cuadro 51.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g Proteína/100g)	RANGOS
T4 (a₁ b₂ c₂)	0,58	a
T1 (a₁ b₁ c₁)	0,57	a
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	0,51	b
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	0,50	b
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	0,49	b
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	0,47	b
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	0,47	b
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	0,47	b

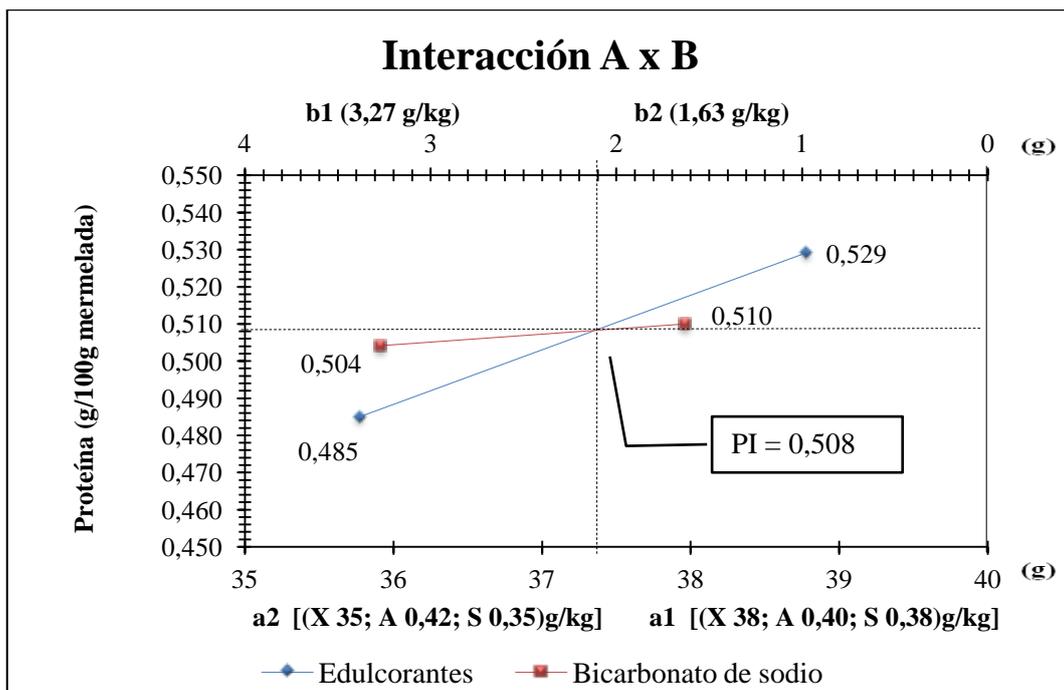
Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen dos rangos diferentes; donde los tratamientos que ocupan el rango “a”, que son: **T4** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], y **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], se consideran como los mejores estadísticamente, al presentar mayor contenido de proteína.

Cuadro 52.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g Proteína/100g)	RANGOS
a ₁	0,529	a
a ₂	0,485	b

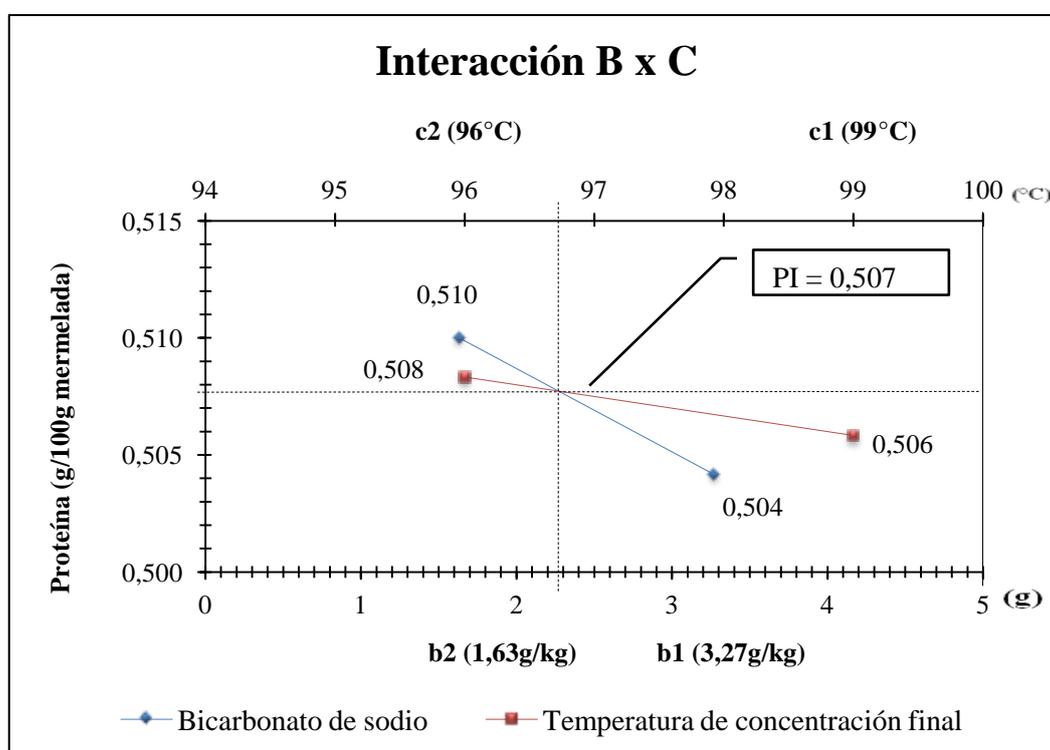
Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde a₁ [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final], se considera el mejor estadísticamente por su alto contenido de proteína, indicando que a mayor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de proteína.

Grafico 22.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable proteína.



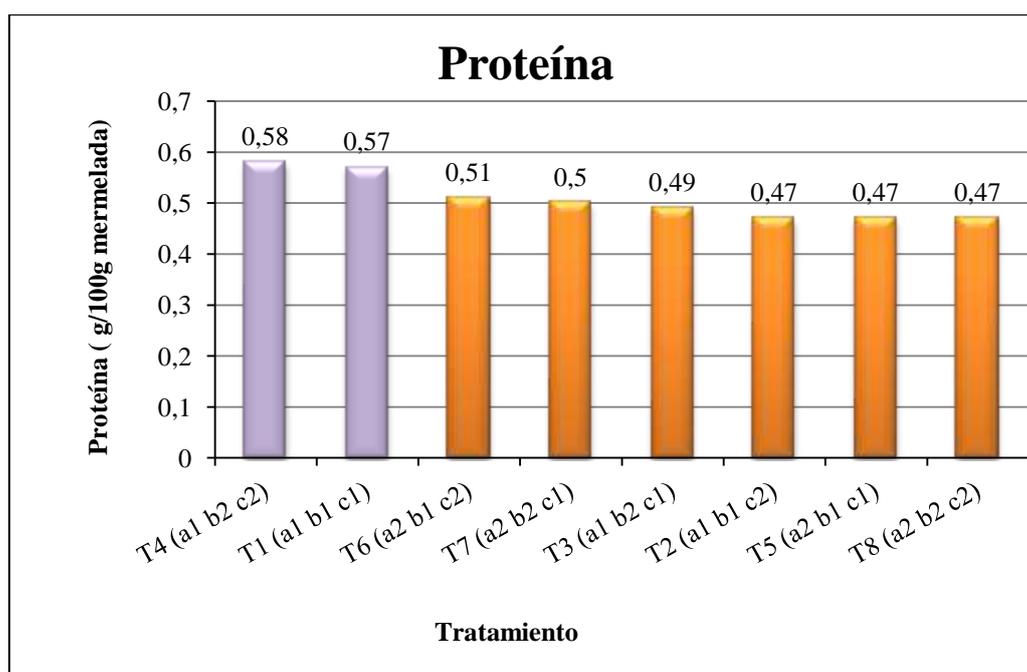
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes es directamente proporcional al contenido de proteína, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes, mayor es el contenido de proteína en la mermelada. Por el contrario la dosis de bicarbonato de sodio, es inversamente proporcional, es decir que existe mayor contenido de proteína cuando menor es la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio. Con un punto óptimo de interacción de 0,508g/100g, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr un contenido alto de proteína reduciendo la cantidad de insumos necesarios.

Grafico 23.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable proteína.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de bicarbonato de sodio y la temperatura de concentración final, son inversamente proporcionales al contenido de proteína, esto quiere decir que a menor dosis de incorporación de bicarbonato de sodio y menor temperatura de concentración final, mayor es el contenido de proteína. Con un punto óptimo de interacción de 0,507 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr un contenido alto de proteína reduciendo la cantidad de insumos necesarios, y ahorro de energía para llegar a la temperatura de concentración final.

Gráfico 24.4: Evaluación estadística de contenido de proteína



En el gráfico 24.4, se muestra que los tratamientos que responden estadísticamente al mayor contenido de proteína son: **T4** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], y **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]. Esto se da por efecto de alta dosis de mezcla de edulcorantes, de los cuales

el xilitol, tiene la capacidad para desplazar las moléculas de agua desde la capa hidratada de las proteínas (<http://odontologiaa.mx.tripod.com/xylitol.html>), lo que provoca la desnaturalización de las mismas, por efecto de tratamiento mecánico (Hernández, M., *et al.*, 1999), producido durante el proceso de evaporación, con ayuda del burbujeo producido por la dosis de bicarbonato de sodio.

Conociendo que: “la desnaturalización de proteínas implica la pérdida de estructura cuaternaria, terciaria, y eventualmente secundaria de las proteínas. Ello significa que las proteínas pierden su potencial actividad biológica (antinutritiva, enzimática, tóxica, etc.) pero no pierden su valor nutritivo, ya que no se altera la cadena polipeptídica” (Hernández, M., *et al.*, 1999).

4.2.8 SÓLIDOS SOLUBLES A 20°C EN LA MERMELADA

Cuadro 53.4: Resultados de contenido de Sólidos solubles a 20°C (como sacarosa m/m)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	14,41	13,00	14,31	12,96	13,79	12,89	13,85	12,36	107,60
II	14,58	13,12	14,26	13,12	13,95	13,04	13,63	12,23	107,90
III	14,50	12,93	14,39	12,88	13,88	12,96	13,71	12,44	107,70
SUMA	43,49	39,05	42,96	38,96	41,62	38,89	41,19	37,03	323,20
MEDIA	14,50	13,02	14,32	12,99	13,87	12,96	13,73	12,34	13,47

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron: 5 g SS/100g nopal, y 6,5 g SS/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50% / 50% (m/m), la mermelada contaba en promedio con 5,75 g SS/100g. Por lo tanto el

resto de sólidos solubles (SS) que se obtuvieron, fueron añadidos durante el proceso de elaboración; además, de ser producto de la concentración de la masa durante el proceso de evaporación de la mermelada.

Cuadro 54.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	12,06	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	11,92	1,70	190,73	**	4,03	2,66
SC A	1	1,37	1,37	153,28	**	8,53	4,49
SC B	1	0,35	0,35	39,53	**	8,53	4,49
SC AxB	1	0,12	0,12	13,02	**	8,53	4,49
SC C	1	9,79	9,79	1097,15	**	8,53	4,49
SC AxC	1	0,10	0,10	11,22	**	8,53	4,49
SC BxC	1	0,04	0,04	4,58	*	8,53	4,49
SC AxBxC	1	0,15	0,15	16,33	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	0,14	0,01	-	-	-	-

C.V.= 0,70%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, **AxC**, **AxBxC**, y significación estadística para la interacción **BxC**; lo que significa que los tratamientos y los factores son diferentes. Esto demuestra que cada factor influye estadísticamente de forma diferente en el contenido de SS en la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**0,70%**). Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, y C.

Cuadro 55.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g SS/100g)	RANGOS
T1 (a₁ b₁ c₁)	14,50	a
T3 (a₁ b₂ c₁)	14,32	a
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	13,87	b
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	13,73	b
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	13,02	c
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	12,99	c
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	12,96	c
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	12,34	d

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen cuatro rangos diferentes; donde los tratamientos que ocupan el rango “a”, se consideran los mejores estadísticamente, al presentar un mayor contenido de SS, siendo estos: **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T3** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C].

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético orientado hacia personas diabéticas, conociendo que los SS, representan el contenido de sacarosa en % m/m, debemos seleccionar a aquellos que presenten menor valor como los mejores; además, con ello se lograría que la pectina (LM) trabaje de manera eficiente, ya que necesita de una concentración de 10 a 20% de SS para formar redes hidrofóbicas y gelificar en la mermelada (Bello, José., 2000). Por lo expuesto el tratamiento más óptimo es el que ocupa el rango “d”, siendo este: **T8** [(Xilitol 35 -Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], ya que presentan un menor contenido de SS.

Cuadro 56.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g SS/100g)	RANGOS
a₁	13,705	a
a ₂	13,228	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **a₁ [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final]** se considera el mejor estadísticamente por su alto contenido de SS, indicando que a mayor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de SS.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de SS posibles, el nivel más óptimo es: **a₂ [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final]**, ya que presenta un contenido reducido de SS en la mermelada.

Cuadro 57.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (g SS/100g)	RANGOS
b₁	13,588	a
b ₂	13,345	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **B**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **b₁ (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor adición de bicarbonato de sodio, mayor contenido de sólidos solubles.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de SS posibles, el nivel más óptimo es **b₂ (1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)**, ya que presenta un contenido reducido de SS en la mermelada.

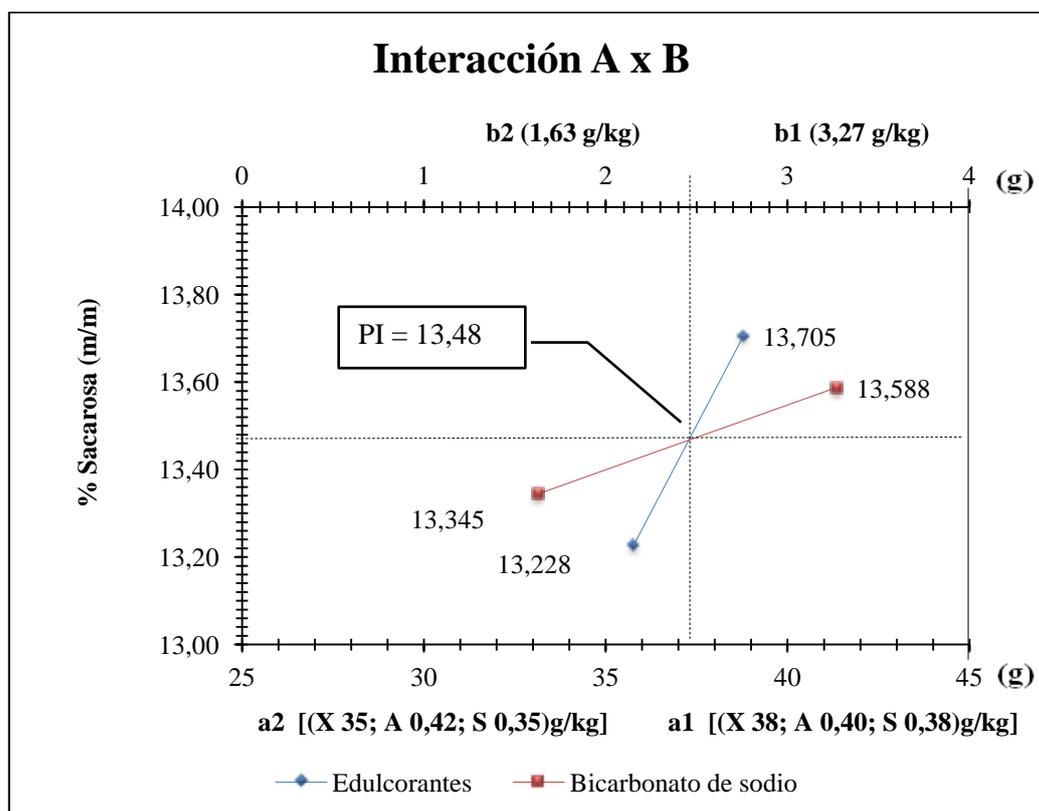
Cuadro 58.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (g SS/100g)	RANGOS
c₁	14,105	a
c ₂	12,828	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₁ (99°C)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor temperatura de concentración final, mayor concentración de sólidos solubles.

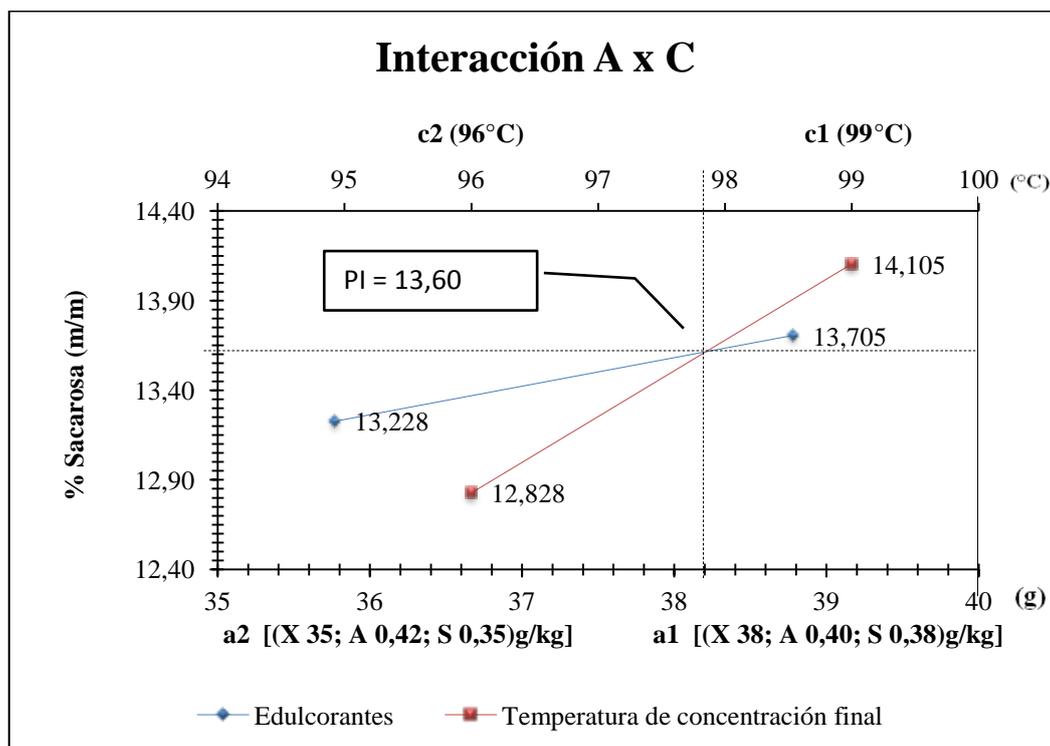
Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de SS posibles, el nivel más óptimo es **c₂ (96°C)**, ya que presenta un contenido reducido de SS en la mermelada.

Grafico 25.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable sólidos solubles



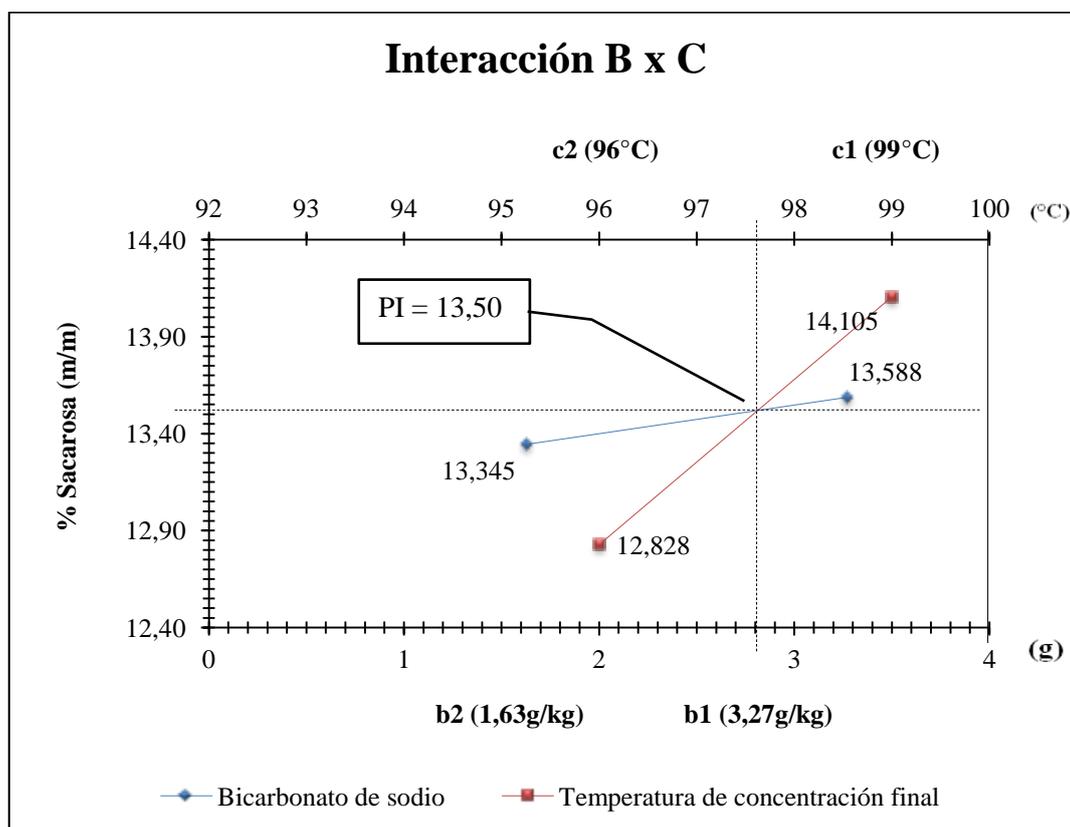
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, son directamente proporcionales al contenido de SS, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, mayor es el contenido de SS, con un punto óptimo de interacción de 13,48°Brix, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr una reducción en el contenido de SS.

Grafico 26.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos solubles.



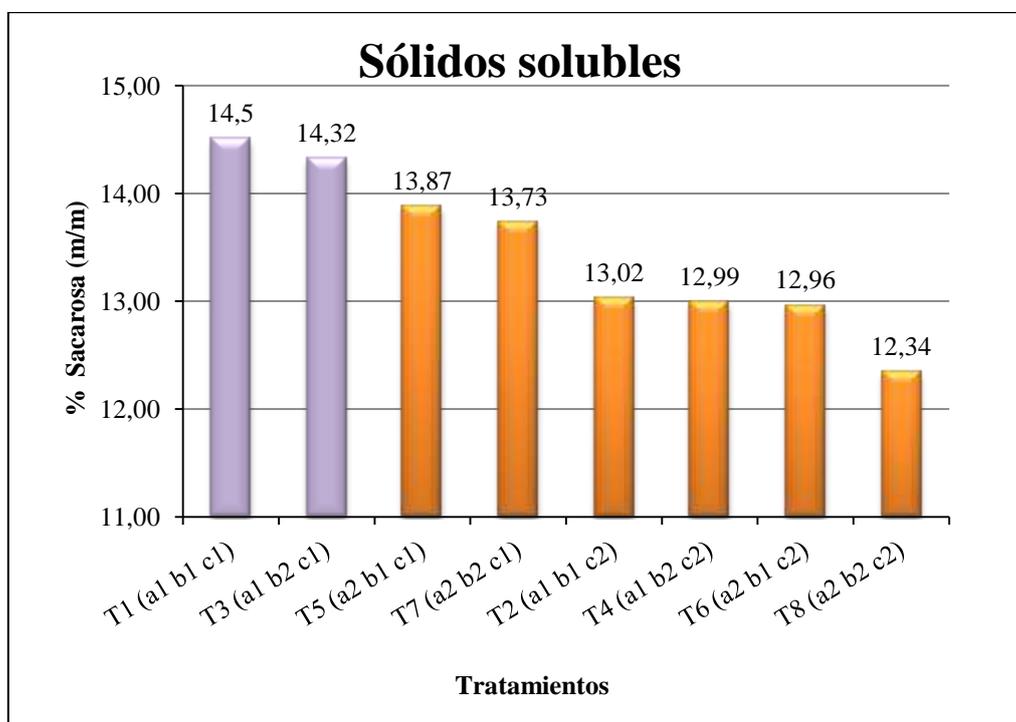
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de SS, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y temperatura de concentración final, mayor es el contenido de SS, con un punto óptimo de interacción de 13,60°Brix, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción en el contenido de SS.

Grafico 27.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos solubles



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de bicarbonato de sodio y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de SS, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio y temperatura de concentración final, mayor es el contenido de SS, con un punto óptimo de interacción de 13,50 °Brix, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción en el contenido de SS.

Grafico 28.4: Evaluación estadística de sólidos solubles



En el grafico 28.4, se muestra que los tratamientos que responden estadísticamente al mayor contenido de SS son: **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T3** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]. Esto se da por efecto de adición de alta dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes, ya que estos tienen alto poder higroscópico, y conociendo que el contenido de SS se expresa como concentración de sacarosa (en porcentaje de masa), en una solución acuosa (INEN 380), incrementan su contenido; el bicarbonato de sodio por su acción burbujeante produce espuma, facilitando la dispersión y trabajo higroscópico de los azúcares añadidos; y, para lograr llegar a una mayor temperatura de concentración final, se necesita de un tiempo más prolongado en el proceso de evaporación, teniéndose como resultado una mayor reducción del contenido acuoso de la mermelada, ya que a mayor temperatura mayor concentración de SS (Ver anexo C2).

4.2.9 SÓLIDOS TOTALES EN LA MERMELADA

Cuadro 59.4: Resultados de contenido de sólidos totales (g/100g)

REP/TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
I	37,31	26,30	35,96	21,90	26,62	20,93	26,65	20,57	216,20
II	36,96	25,87	36,53	22,28	26,92	21,49	26,33	20,69	217,10
III	37,39	26,16	36,32	21,72	26,68	21,26	26,97	20,13	216,60
SUMA	111,66	78,33	108,81	65,90	80,22	63,68	79,95	61,39	649,90
MEDIA	37,22	26,11	36,27	21,97	26,74	21,23	26,65	20,46	27,08

Fuente: Resultados de análisis físico-químicos y microbiológico, realizados en producto final (Anexo E2)

Conforme a los análisis realizados (Anexo E1), las materias primas aportaron 9,63 g ST/100g nopal, y 10,36 g ST/100g fresa, y debido a que la mezcla fue 50% / 50%, la mermelada contaba en promedio con 9,995 g ST/100g. Por lo tanto el resto de sólidos totales (ST) que se obtuvieron, fueron incorporados por los insumos a lo largo del proceso de elaboración.

Cuadro 60.4: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.	F.T. 1%	F.T. 5%
Total	23	879,23	-	-	-	-	-
Tratamientos	7	878,12	125,4450	1795,28	**	4,03	2,66
SC A	1	263,08	263,0788	3764,99	**	8,53	4,49
SC B	1	13,26	13,2611	189,78	**	8,53	4,49
SC AxB	1	6,74	6,7416	96,48	**	8,53	4,49
SC C	1	516,52	516,5248	7392,13	**	8,53	4,49
SC AxC	1	70,52	70,5208	1009,24	**	8,53	4,49
SC BxC	1	5,61	5,6067	80,24	**	8,53	4,49
SC AxBxC	1	2,38	2,3814	34,08	**	8,53	4,49
E. Exp.	16	1,12	0,0699	-	-	-	-

C.V.= 0,98%

En el análisis de varianza (ADEVA), indica una alta significación estadística para los tratamientos, factor **A** (Dosis de mezcla de edulcorantes), factor **B** (Dosis de bicarbonato de sodio), factor **C** (Temperatura de concentración final), é interacciones **AxB**, **AxC**, **BxC**, y **AxBxC**; lo que significa que los tratamientos y los factores son diferentes. Esto demuestra que cada factor influye estadísticamente de forma diferente en el contenido de sólidos totales de la mermelada.

El coeficiente de variación es bajo (**0,98%**), por lo que se puede manifestar que el experimento fue realizado según las directrices establecidas para su realización. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos, y DMS al 5% para identificar los mejores niveles de los factores A, B, y C.

Cuadro 61.4: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA (g ST/100g)	RANGOS
T1 (a₁ b₁ c₁)	37,22	a
T3 (a ₁ b ₂ c ₁)	36,27	b
T5 (a ₂ b ₁ c ₁)	26,74	c
T7 (a ₂ b ₂ c ₁)	26,65	c
T2 (a ₁ b ₁ c ₂)	26,11	c
T4 (a ₁ b ₂ c ₂)	21,97	d
T6 (a ₂ b ₁ c ₂)	21,23	d
T8 (a ₂ b ₂ c ₂)	20,46	e

Según muestra Tukey para tratamientos, se observan que existen cinco rangos diferentes; donde el tratamiento que ocupa el rango “a”, que es **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], se considera el mejor estadísticamente, al presentar un mayor contenido de ST.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético orientado hacia personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de ST posibles, para que el producto no sea muy concentrado, e incremente el % de CT, EE, SS, y valor energético, el tratamiento más óptimo es el que ocupa el rango “e”, siendo este: **T8** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], ya que presentan un menor contenido de ST.

Cuadro 62.4: Prueba D.M.S para el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

NIVELES	MEDIA (g ST/100g)	RANGOS
a₁	30,392	a
a ₂	23,770	b

Al realizar la prueba DMS para el factor A, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **a₁** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final] se considera el mejor estadísticamente por su alto contenido de ST, indicando que a mayor adición de mezcla de edulcorantes, mayor contenido de ST.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de ST posibles, el nivel más óptimo es: **a₂** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final], ya que presenta un contenido reducido de ST en la mermelada.

Cuadro 63.4: Prueba D.M.S. para el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio)

NIVELES	MEDIA (g ST/100g)	RANGOS
b₁	27,824	a
b ₂	26,338	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **B**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes, donde **b₁ (3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor adición de bicarbonato de sodio, mayor contenido de ST.

Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de ST posibles, el nivel más óptimo es **b₂ (1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal)**, ya que presenta un contenido reducido de ST en la mermelada.

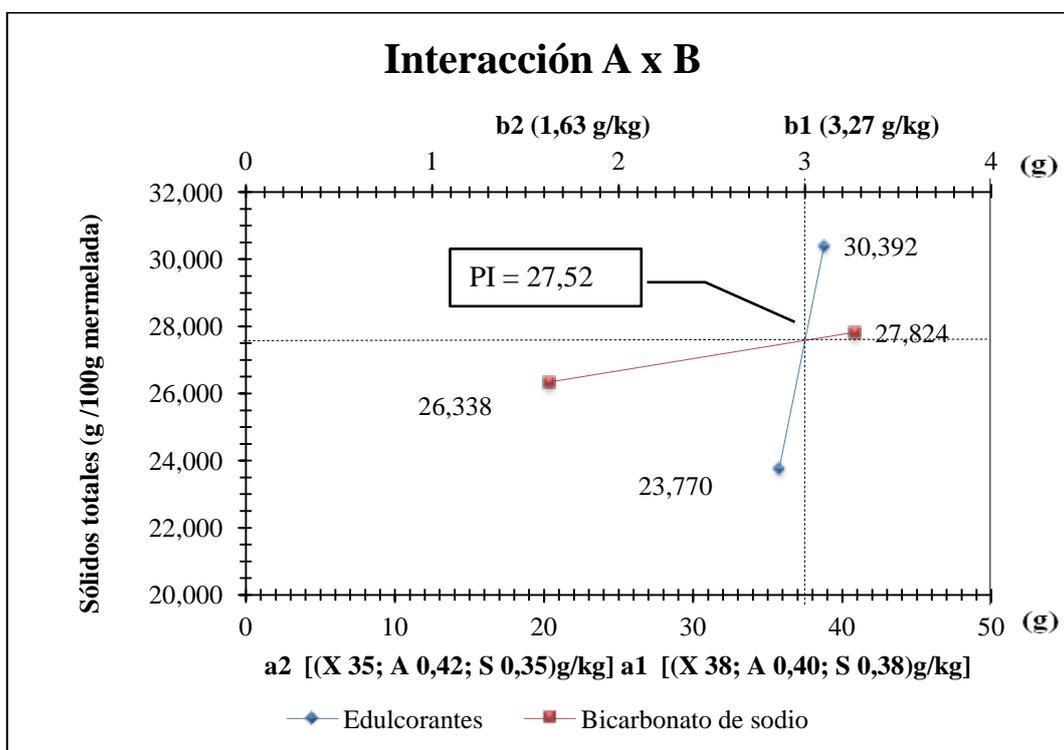
Cuadro 64.4: Prueba D.M.S. para el factor C (Temperatura de concentración final)

NIVELES	MEDIA (g ST/100g)	RANGOS
c₁	31,720	a
c ₂	22,442	b

Al realizar la prueba DMS para el factor **C**, podemos indicar que existen dos rangos diferentes. Donde **c₁ (99°C)** se considera el mejor estadísticamente, indicando que a mayor temperatura de concentración final, mayor concentración de ST.

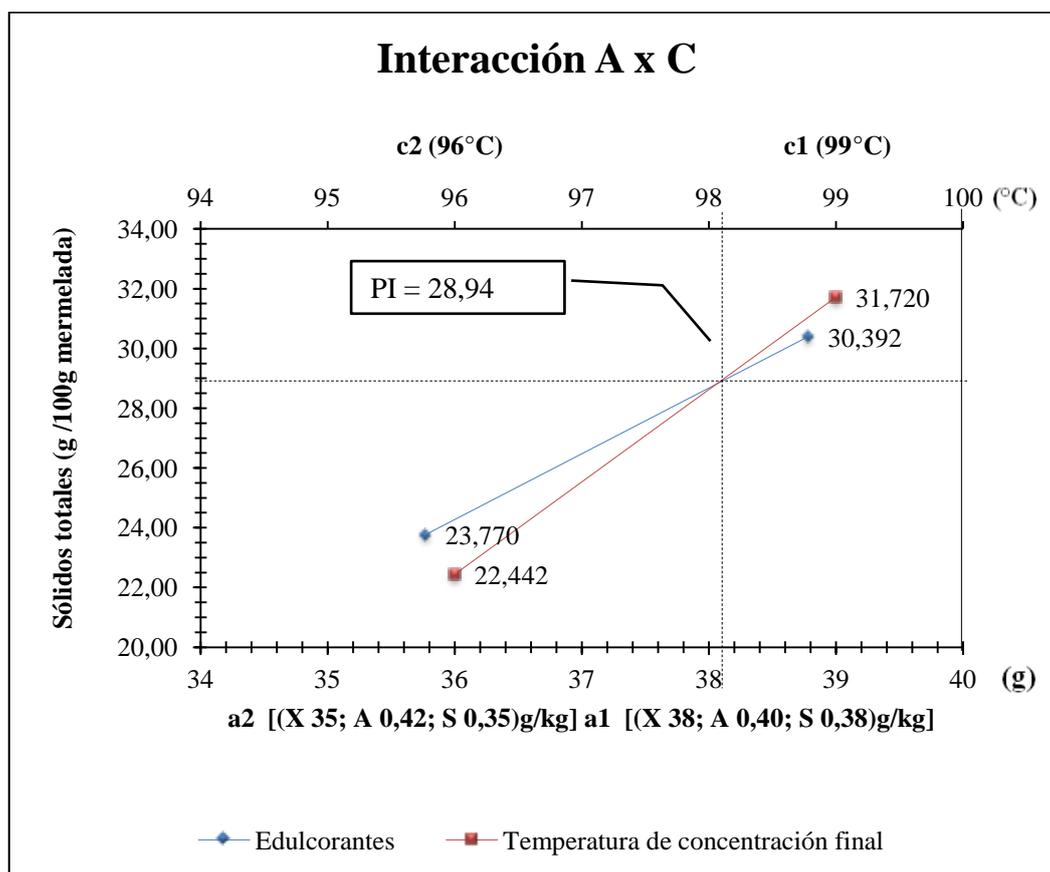
Sin embargo, al tratarse de un producto dietético apto para personas diabéticas, donde se busca la mayor reducción de ST posibles, el nivel más óptimo es c_2 (96°C), ya que presenta un contenido reducido de ST en la mermelada.

Grafico 29.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) en la variable sólidos totales



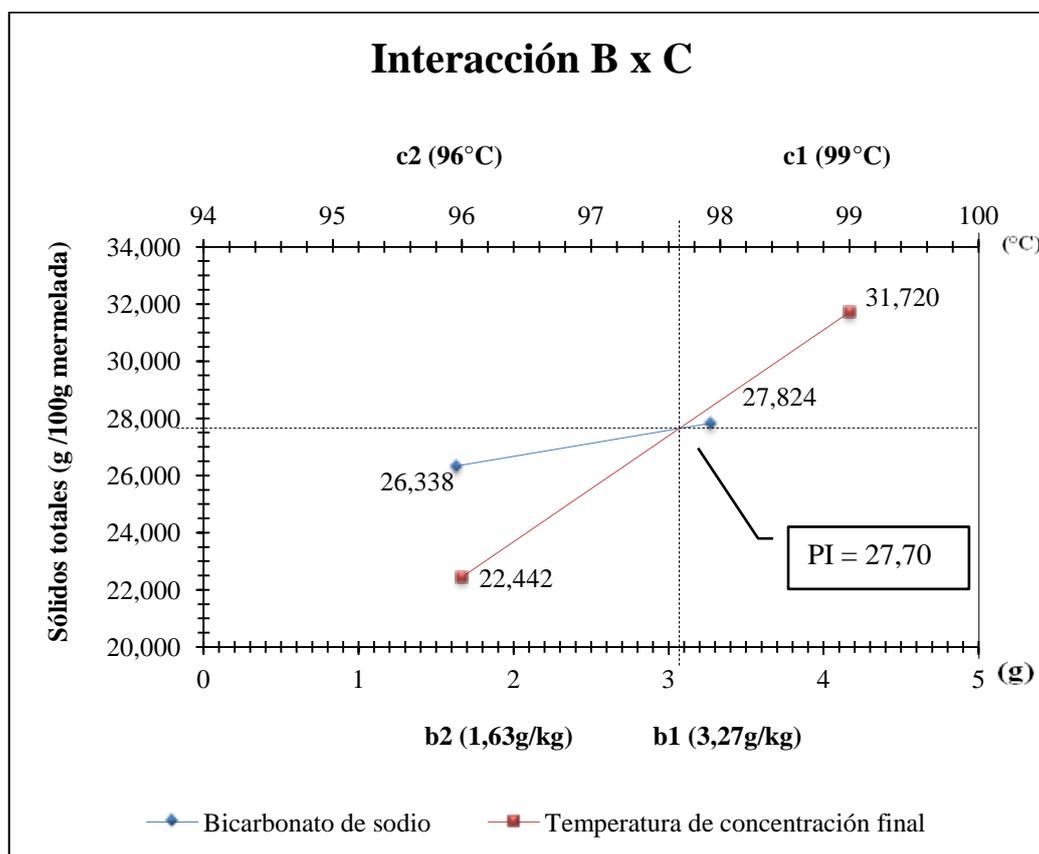
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, son directamente proporcionales al contenido de ST, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y dosis de bicarbonato de sodio, mayor es el contenido de ST, con un punto óptimo de interacción de 27,52 g/100g, lo que significa que se puede optimizar las dosis de los factores estudiados, para lograr una reducción en el contenido de ST.

Grafico 30.4: Interacción entre el factor A (Dosis de mezcla de edulcorantes) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos totales.



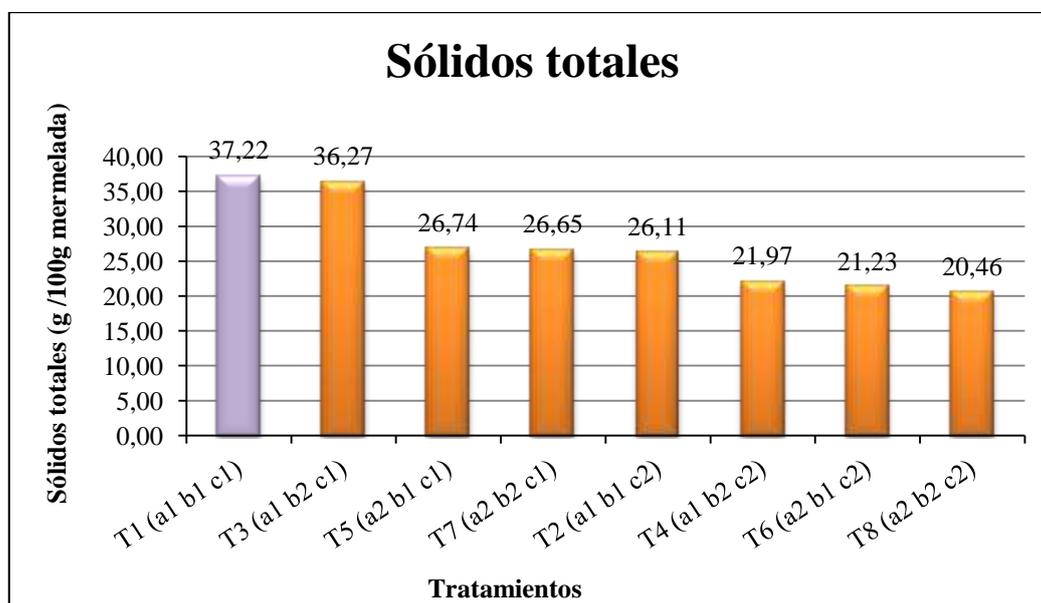
La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de mezcla de edulcorantes y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de ST, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de mezcla de edulcorantes y temperatura de concentración final, mayor es el contenido de ST, con un punto óptimo de interacción de 28,94 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción en el contenido de ST.

Grafico 31.4: Interacción entre el factor B (Dosis de bicarbonato de sodio) y el factor C (Temperatura de concentración final) en la variable sólidos totales.



La interacción de los factores estudiados indica que la dosis de bicarbonato de sodio y la temperatura de concentración final, son directamente proporcionales al contenido de ST, es decir cuando más alta es la dosis de incorporación de bicarbonato de sodio y temperatura de concentración final, mas alto es el contenido de ST, con un punto óptimo de interacción de 27,70 g/100g, lo que significa que se puede optimizar la dosis y la temperatura de los factores estudiados respectivamente, para lograr una reducción en el contenido de ST.

Grafico 32.4: Evaluación estadística de sólidos totales.



En el grafico 32.4, se muestra que el tratamiento que responde estadísticamente al mayor contenido de carbohidratos totales es: **T1** [(Xilitol 38 - Acesulfame de Potasio 0,40 - Sucralosa 0,38) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], esto se da por efecto de adición de alta dosis de mezcla de edulcorantes, y dosis de bicarbonato de sodio, que incrementan el contenido de sólidos totales iniciales, ya que estos son materia seca; y, para lograr llegar a una mayor temperatura de concentración final, se necesita de un tiempo más prolongado en el proceso de evaporación, teniéndose como resultado una mayor reducción del contenido acuoso de la mermelada, por ello la concentración de ST es alta; además el burbujeo provocado por la alta dosis de incorporación de bicarbonato de sodio, ocasiona una expansión del volumen de la masa, que facilita que esta absorba calor de manera más eficiente y el contenido acuoso se evapore rápidamente debido a que el espacio molecular se expande, provocando además, que el punto de ebullición suba por el incremento de la concentración, justificándose la necesidad de un mayor tiempo para llegar a una mayor temperatura de concentración final.

4.2.10 EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 65.4: Resultados del análisis microbiológico realizado a la mermelada elaborada en la presente investigación.

Parámetro analizado	UNIDAD	TRAT.	REP.	RESULTADO	Valor Referencial INEN 419
Mohos	% Campos Positivos	T1	R1	20	Máximo 30
			R2	23	
			R3	18	
		T2	R1	17	
			R2	18	
			R3	14	
		T3	R1	7	
			R2	11	
			R3	8	
		T4	R1	9	
			R2	6	
			R3	5	
		T5	R1	17	
			R2	15	
			R3	19	
		T6	R1	15	
			R2	13	
			R3	9	
		T7	R1	16	
			R2	19	
			R3	15	
		T8	R1	6	
			R2	7	
			R3	10	

Los resultados del análisis microbiológico realizado a la Mermelada Dietética apta para Personas Diabéticas utilizando mezcla de Penca de Nopal (*Opuntia ficus indica*) y Fresa (*Fragaria vesca* L.), elaborada en la presente investigación, indican que todos los tratamientos se encuentran aptos para consumo humano en

su parte microbiológica, ya que están dentro del rango establecido para mermelada de frutas por la NTE INEN 419, para CONSERVAS VEGETALES, MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS, que establece un valor máximo para mohos de 30% de campos positivos, analizados según la NTE INEN 386 de CONSERVAS VEGETALES ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS MOHOS.

Razón por la cual se puede manifestar que el experimento se maneja asépticamente, y que la pasteurización fue suficiente para ayudar la conservación del producto.

4.2.11 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

El análisis sensorial de degustación se realizó para evaluar las características organolépticas del producto elaborado, siendo estas: color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grado de dulzura, acidez. El análisis fue realizado por 15 panelistas voluntarios, los cuales son pacientes diabéticos del Hospital San Vicente de Paúl (Anexo B4).

Para realizar el análisis organoléptico fue necesario utilizar la prueba de rangos de Friedman, debido a que los datos son no paramétricos, según la ficha de degustación adjunta en el anexo B1.

La fórmula de la prueba de rangos de Friedman es:

$$X^2 = \frac{12}{r t (t+1)} * \Sigma R^2 - 3r (t+1)$$

Donde:

X^2 = Chi – Cuadrado

ΣR^2 = Sumatoria de rangos al cuadrado

r = Catadores

t = Tratamientos

Cuadro 66.4: Pruebas de significación de las variables cualitativas

Variable Evaluada	Valor calculado X^2	Valor tabular X^2		Mejores Tratamientos (Anexo B3)
		5%	1%	
Color	27.78 **	14.1	18.5	T5 – T6 – T7
Aroma	30.84 **	14.1	18.5	T7 – T6
Consistencia	44.88 **	14.1	18.5	T1 – T5 – T3
Untabilidad	47.99 **	14.1	18.5	T1 – T7 – T2 – T5
Sabor	55.91 **	14.1	18.5	T7 – T1 – T3
Grado de dulzura	46.31 **	14.1	18.5	T1 – T5 – T6 – T7
Acidez	0.51 ^{NS}	14.1	18.5	T1 – T3 – T7

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

Luego de establecer los rangos del puntaje otorgado por quince panelistas para ocho tratamientos, se observó que existe una alta significación estadística para el color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, y grado de dulzura; y, no significativa para la acidez. Lo cual indica que estadísticamente existe una aceptabilidad variada por cada panelista, excepto para la acidez que es igual para todos los tratamientos.

El cuadro 66.4 indica los tratamientos que obtuvieron mejor aceptación sensorial para cada variable evaluada; y, considerando la importancia de cada cualidad, se considera como el mejor tratamiento organolépticamente a **T7 [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]**, ya que debido a una mezcla de edulcorantes baja, ayuda a mantener el aroma, sabor, grado de dulzura, y acidez, similares a los de la fresa; la baja dosis de bicarbonato de sodio, ayudo a neutralizar el sabor de las sales de calcio presentes en el mucilago del nopal, sin

incorporar sabores básicos y/o extraños al producto; y, la alta temperatura de concentración final, ayudo a la obtención de un producto más condensado, por ende más untosa, y de consistencia cercana a la adecuada.

A la par uno de los mejores tratamientos físico-químicos que es **T5 [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]**, tiene una aceptabilidad considerable, razón por la cual se la considera como uno de los mejores tratamientos organolépticos.

El anexo B6 indica que los tratamientos fueron altamente aceptados ya que sus medias superan los 4 puntos de un máximo de 5, lo que manifiesta que el producto fue catalogado como de alta calidad organoléptica.

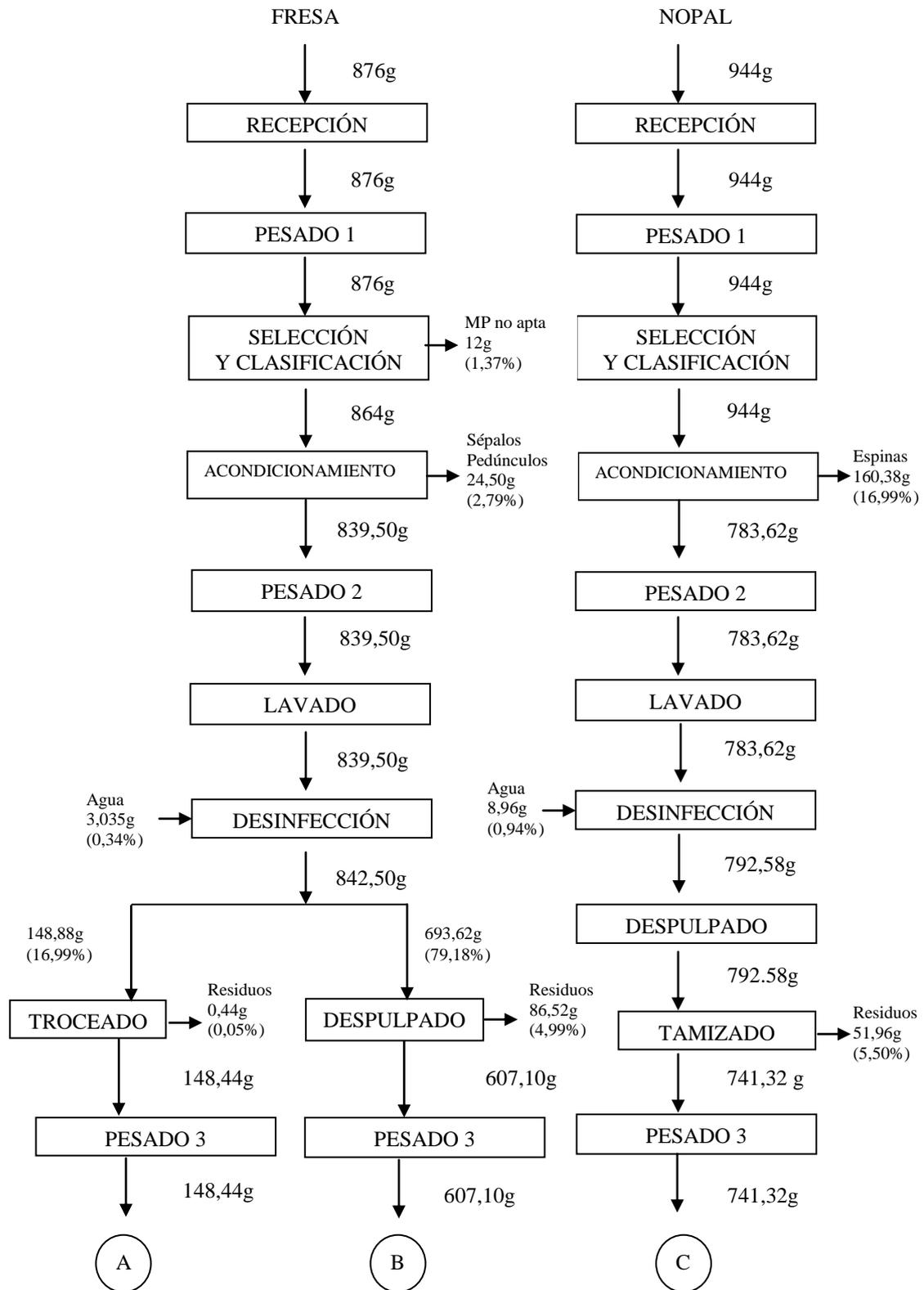
4.3 RENDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL Y FRESA.

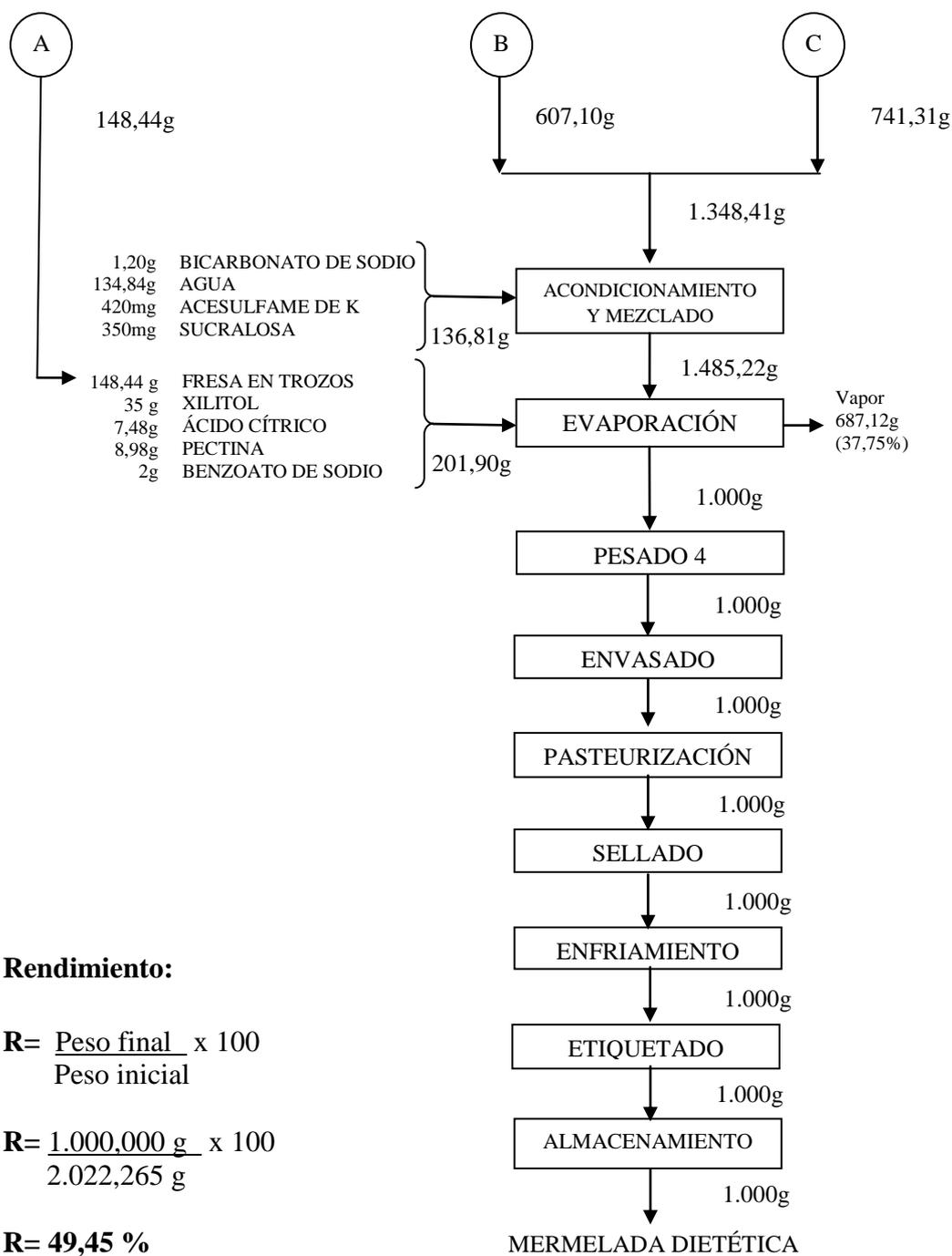
Para el cálculo de rendimiento se lo utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

El rendimiento se lo calculó realizando un balance de materiales, mismo que se lo hizo de los mejores tratamientos organolépticos que son: **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], debido a que este presenta mejor aceptación por los consumidores, atribuido a su alto contenido de extracto etéreo, que hace que la mermelada tenga mejores propiedades sensoriales de sabor, olor, textura suave, entre otros (Bello, José., 2000); y, **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], mismo que se encuentra dentro de los mejores tratamientos organolépticos, y cuenta con una composición físico-química mejor balanceada. Razón por la cual ambas tienen mayores expectativas de éxito para su producción a nivel de micro ó gran empresa, con amplias posibilidades de ser aceptada por el mercado.

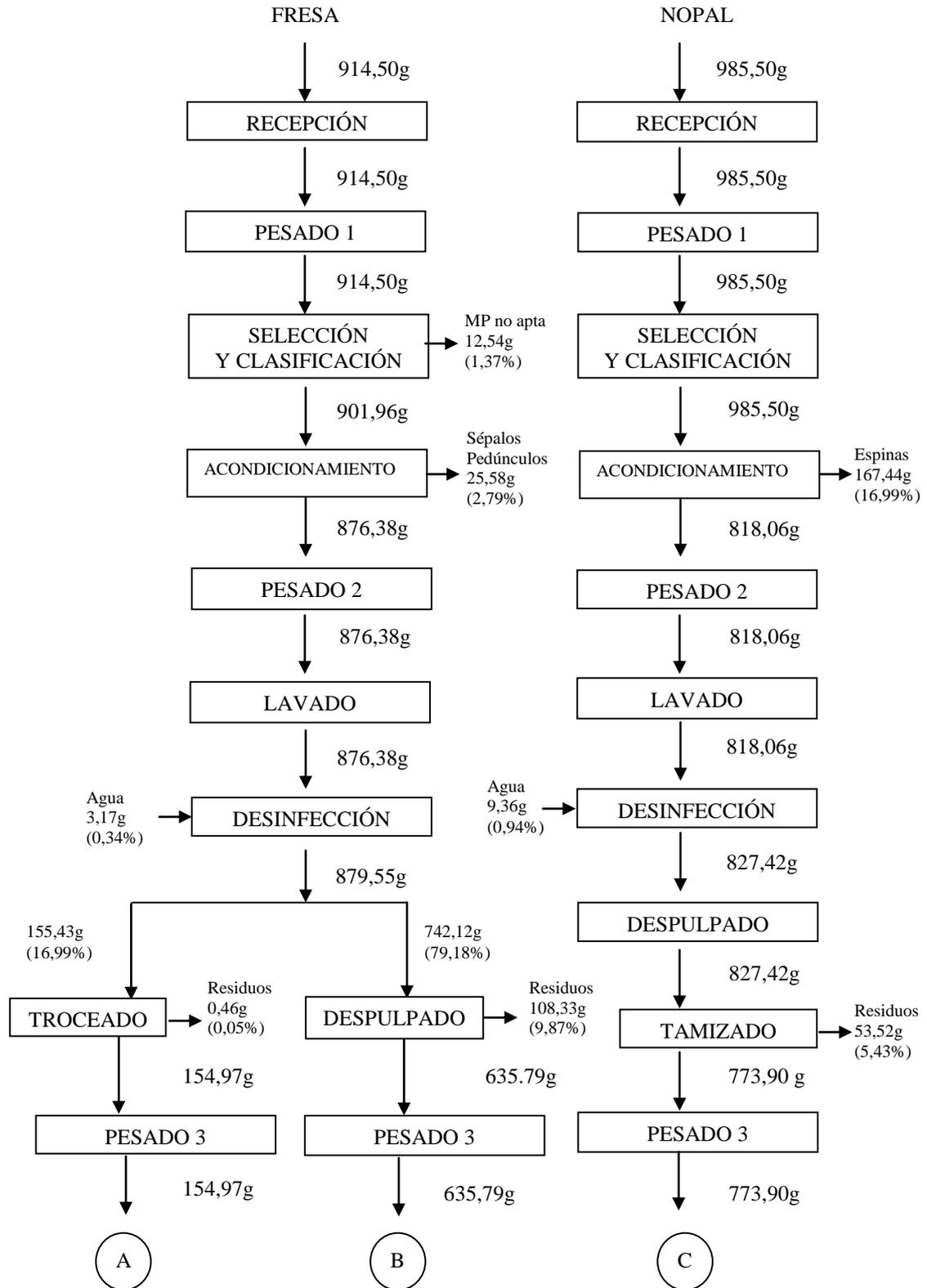
4.3.1 BALANCE DE MATERIALES Y RENDIMIENTO (TRATAMIENTO SIETE)

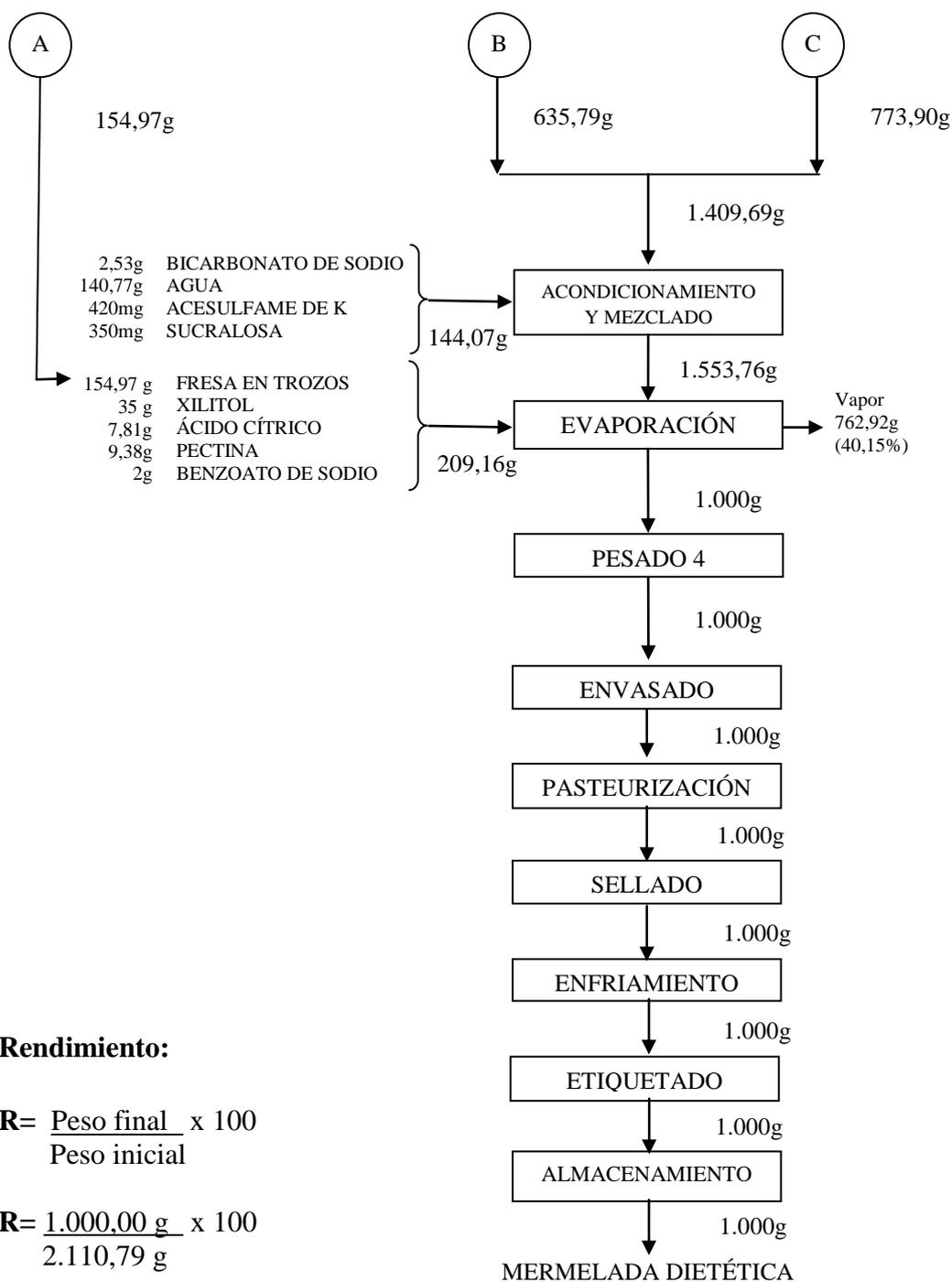




Realizado el balance de materiales se deduce que, por cada **876,00 g de fresa** (*Fragaria vesca* L.), y **944,00 g de penca de nopal** (*Opuntia ficus indica*), incluidos insumos y otros, se obtiene **1.000 g de mermelada apta para diabéticos**, equivalentes a un **49,45% de rendimiento**.

4.3.2 BALANCE DE MATERIALES Y RENDIMIENTO (TRATAMIENTO CINCO)





Realizado el balance de materiales se deduce que, por cada **914,50 g de fresa** (*Fragaria vesca* L.), y **985,50 g de penca de nopal** (*Opuntia ficus indica*), incluidos insumos y otros, se obtiene **1.000 g de mermelada apta para diabéticos**, equivalentes a un **47,38% de rendimiento**.

4.4 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL Y FRESA.

Los costos de elaboración del producto final se calcularon mediante análisis de costos fijos y variables, de los mejores tratamientos resultantes de las pruebas organolépticas de degustación, siendo estos: el tratamiento siete y tratamiento cinco.

Los costos se realizaron para una capacidad de procesamiento de 204 kg (34 cajas de 24 unidades de 250g de producto) mensuales de mermelada dietética apta para diabéticos utilizando mezcla de penca de nopal y fresa. Esta cantidad de producción se la puede procesar al mes debido a que, las operaciones de producción no demandan gran cantidad de tiempo y complejidad para su realización.

4.4.1 COSTO FIJO

El costo fijo es igual en los dos tratamientos, debido a que estos no ingresan en el proceso productivo.

Cuadro 67.4: Costos fijos para la elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas (Tratamientos 7 y 5).

REFERENCIA	Valor mensual (USD)
Materiales de oficina	50,00
Pago de servicios de agua potable y energía eléctrica*	7,42
Depreciación de materiales y equipos (Anexo D2)	98,59
Mantenimiento (local, equipos)	50,00
TOTAL	206,01

*Sumatoria de costo de la base de agua y luz, al mes.

4.4.2 COSTO VARIABLE

Los costos variables están dados por la suma de costos de: materia prima e insumos directos, mano de obra directa, y costos indirectos de fabricación.

Cuadro 68.4: Costos variables de materia prima e insumos directos para el tratamiento siete.

MP e Insumos	Unid.	Fuente	Cantidad (kg)	Precio Kg (USD)	Costo total (USD)
Nopal	Kg	Ítem 4.3.1	192,5760	0,50	96,29
Fresa			178,7040	0,60	107,22
Acesulfame de K			0,0857	18,00	1,54
Sucralosa			0,0714	100,00	7,14
Xilitol			7,1400	5,27	37,63
Bicarbonato de sodio			0,2448	0,50	0,12
Benzoato de sodio			0,4080	2,48	1,01
Ácido cítrico			1,5259	2,18	3,33
Pectina			1,8319	28,11	51,50
Total					305,78

Fuente: Materias primas e insumos, principales distribuidoras de insumos agroindustriales: CODAN (Telf.: 02-2437 015), TIEF (Telf.: 02-333 2751), QUIFATEX (Telf.: 02-396 1900), ADITMAQ (Telf.: 02-2808 868).

Cuadro 69.4: Costos variables de materia prima e insumos directos para el tratamiento cinco.

MP e Insumos	Unid.	Fuente	Cantidad	Precio Kg (USD)	Costo total (USD)
Nopal	Kg	Ítem 4.3.2	201,0411	0,50	100,52
Fresa			186,5589	0,60	111,94
Acesulfame de K			0,0857	18,00	1,54
Sucralosa			0,0714	100,00	7,14
Xilitol			7,1400	5,27	37,63
Bicarbonato de sodio			0,5163	0,50	0,26
Benzoato de sodio			0,4080	2,48	1,01
Ácido cítrico			1,5939	2,18	3,47
Pectina			1,9127	28,11	53,77
Total					317,28

Fuente: Materias primas e insumos, principales distribuidoras de insumos agroindustriales: CODAN, TIEF, QUIFATEX, ADITMAQ.

Cuadro 70.4: Costos de mano de obra directa*

Personal	Cantidad	Salario (USD/mes)	Costo total (USD)
Obrero	2	292,00	584,00

* La mano de obra directa aplica de forma igual en los dos tratamientos, con una jornada laboral de ocho horas diarias cinco días a la semana.

Cuadro 71.4: Costos Indirectos de Fabricación*

Detalle	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Costo total (USD)
Envases (250g)	816	0,32	261,12
Etiquetas	816	0,01	8,16
Material de aseo	1	30,00	30,00
Gas industrial	2	22,00	44,00
Agua (m3)	22	0,50	11,00
Luz (Kw/h)	100	0,13	13,00
Total			367,28

Fuente: MM REPRESENTACIONES (Telf.: 06-2610 035), SUPERMAXI, AGIPGAS, EMAPA, EMELNORTE.

* Los costos indirectos de fabricación, aplican de forma igual en los dos tratamientos.

El costo variable para elaborar 204 kg de mermelada según las especificaciones del tratamiento cinco (T5), es **USD 1.268,56**.

El costo variable para elaborar 204 kg de mermelada según las especificaciones del tratamiento siete (T7), es **USD 1.257,06**.

4.4.3 COSTO TOTAL

El costo total de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas es de:

- *Tratamiento cinco* : USD 1.474,57 (costo fijo + costo variable).
- *Tratamiento siete* : USD 1.463,07 (costo fijo + costo variable).

4.4.4 COSTO UNITARIO

Para el costo unitario de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas, se tiene en cuenta que se elaborarán 204Kg de mermelada al mes, envasados en frascos de vidrio la cantidad de 250 g de producto, produciéndose un total de 816 unidades (mermeladas) por mes.

Costo unitario = costo total / # unidades producidas

Tratamiento cinco [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]:

Costo unitario (T5) = 1.474,57 UDS / 816 unidades

Costo unitario (T5) = 1,81 USD/unidad

Tratamiento siete [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]:

Costo unitario (T7) = 1.463,07 UDS / 816 unidades

Costo unitario (T7) = 1,79 USD/unidad

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Los diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, *influyen* en la calidad final de la mermelada dietética utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.
2. La influencia de los factores estudiados sobre la calidad final del producto elaborado, indica que:

Los diferentes niveles de mezcla de edulcorantes, influyeron produciendo un incremento directo de: carbohidratos totales, energía, pH, proteína, sólidos solubles y sólidos totales, debido a que el xilitol es un carbohidrato soluble, que aporta 2,4 cal/g, pH 5-7, con capacidad para desplazar las moléculas de agua desde la capa hidratada de las proteínas, provocando la desnaturalización de las mismas por efecto de la evaporación; el acesulfame de potasio y la sucralosa, son edulcorantes acalóricos intensos. Lo contrario ocurre al tener relación inversa con el contenido de: ceniza, extracto etéreo, y fibra cruda; debido a que el acesulfame de potasio es materia inorgánica, y la baja dosis de mezcla de edulcorantes provoca un menor incremento de los SS, lográndose una optimización para formar geles por parte de la pectina de bajo índice de metóxilo, ya que esta funciona mejor en un rango de 10 a 20 % de

SS, captando extracto etéreo, lo que reduce el contenido de este é incrementa mínimamente la fibra cruda.

Los niveles de bicarbonato de sodio intervienen produciendo un incremento directo de: carbohidratos totales, ceniza, energía, pH, sólidos solubles, y sólidos totales; esto se debe a que, este insumo es materia inorgánica, de pH 8,6, que reacciona con las sales de calcio presentes en el mucílago de nopal, produciendo dióxido de carbono, provocando un burbujeo que dispersa los azúcares y facilita el trabajo de la pectina de bajo índice de metóxilo que no presenta buena resistencia mecánica, ayudando a organizar las interacciones hidrofóbicas de la pectina donde se ligan lípidos; además, el burbujeo ocasiona expansión del volumen de la masa, que facilita que esta absorba el calor de forma más eficiente, y el contenido acuoso se evapore rápidamente. Lo contrario sucede al tener relación inversa al contenido de: extracto etéreo, y proteína; esto se debe a que al generar menor burbujeo, la pectina no trabaja adecuadamente, por ello dejará una mayor cantidad de extracto etéreo libre en la mermelada, y la proteína no será deshidratada mayormente debido a que el xilitol no se puede distribuir con facilidad en el medio. Y con respecto a la variable fibra cruda, el bicarbonato de sodio no influye estadísticamente en su contenido, debido a que el burbujeo ya sea mayor o menor, liga una pequeña cantidad de extracto etéreo, que no muestra mayor diferencia en el incremento de fibra cruda.

Los diferentes °C de temperatura de concentración final, intervienen produciendo un incremento directo de: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, sólidos solubles, sólidos totales; esto se debe a que la masa al estar sometida a una mayor temperatura, mayor será su evaporación. Por el contrario intervienen en relación inversa al contenido de: fibra cruda y proteína; esto se debe a que a una menor temperatura las proteínas no se desnaturalizan mayormente, y la pectina de bajo índice de metóxilo actúa mejor, ya que a mayor temperatura se produce la gelificación rápida, teniendo

así menos tiempo de formar redes hidrofóbicas e incrementar el contenido de fibra cruda.

3. El proceso de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa, es adecuado para aceptar el producto microbiológicamente, comparando con la NTE INEN 419 de CONSERVAS VEGETALES. MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS.

En su parte físico-química los mejores tratamientos son: **T8** [(Xilitol 35, Acesulfame de Potasio 0.42, Sucralosa 0.35)g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C] con una media de 18.72g/100g], **T2** [(Xilitol 38, Acesulfame de Potasio 0.40, Sucralosa 0.38) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], y **T5** [(Xilitol 35, Acesulfame de Potasio 0.42, Sucralosa 0.35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]; elegidos en base a que, el objetivo meta son personas que padecen de diabetes, el producto debe presentar reducción del 50% del contenido de carbohidratos asimilables en comparación con productos homólogos, y ser de un elevado valor nutritivo. Presentando estos tratamientos un alto valor de fibra, misma que tiene propiedades funcionales de efecto hipoglucemiante, reduce el colesterol, mejora el control de peso, y fortalece el sistema inmunológico, favoreciendo la funcionalidad del producto; además, presentan un buen balance en su contenido de proteína, extracto etéreo (grasa vegetal), ceniza, sólidos solubles, y reducido valor energético de la mermelada.

En su parte organoléptica el tratamiento que mejor aceptación tubo fue **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], debido a que una mezcla de edulcorantes baja, ayuda a mantener el aroma, sabor, grado de dulzura, y acidez, similares a los de la fresa; la baja dosis de bicarbonato de

sodio, ayudo a neutralizar el sabor de las sales de calcio presentes en el mucilago del nopal, sin incorporar sabores básicos y/o extraños al producto; y, la alta temperatura de concentración final, ayudo a la obtención de un producto más concentrado, por ende más untosa, y de consistencia cercana a la adecuada. Seguido del tratamiento **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], que consta dentro de los mejores tratamientos físico-químicos.

4. El rendimiento del tratamiento número 7 es del **49,45%**, con un costo de elaboración de **USD 1,79**, el frasco de 250g de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

El rendimiento del tratamiento número 5 es del **47,38%**, con un costo de elaboración de **USD 1,81**, el frasco de 250g de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

5.1 RECOMENDACIONES

1. Realizar nuevas investigaciones con objeto de optimizar las dosis de mezcla de edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, ya que estas influyen sobre la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas, utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.
2. Incorporar nuevos factores en busca de mejorar la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas tales como: dosis de calcio para mejorar la consistencia, agregar fibra para mejorar la funcionalidad, agregar colorantes para mejorar la apariencia de la mermelada, ó la búsqueda de materias primas que aporten mayor cantidad de fibra cruda y reducido contenido de carbohidratos, entre otras que den un valor agregado al producto.
3. Investigar minuciosamente la composición físico-química, efecto en glucemia de pacientes diabéticos, efectos a largo plazo, etc., de los tratamientos que tienen mayor aceptación organoléptica que son: **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], con el fin de a futuro lograr acreditar como producto apto para personas diabéticas.
4. Plantear nuevas investigaciones, en busca de mejorar el rendimiento y/o reducción de costos de elaboración del producto, ya sea mejorando ó modificando el proceso de elaboración, mediante el uso de equipos de alta tecnología existentes ó creando nuevos equipos, especialmente para el proceso del despinado, donde hubo una alta perdida de materia prima.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de dar una opción de proceso y formulación, para la elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal (*Opuntia ficus indica*) y fresa (*Fragaria vesca* L.), ya que esto facilitaría que la agroindustria en el Ecuador se amplíe hacia nuevos campos de mercado, con productos innovadores, que solucionen los problemas de alimentación en la sociedad actual.

En nuestro país, una mermelada catalogada como apta para diabéticos, tiene amplias expectativas de rentabilidad y sustentabilidad, debido a que las personas que padecen esta enfermedad se sienten atraídas hacia los productos edulcorados, debido a su prohibición de consumo de alimentos tradicionales edulcorados con sacarosa.

El desarrollo de un proceso nuevo y su formulación, permite determinar la influencia de factores importantes como: la dosis de mezcla de edulcorantes, dosis de bicarbonato de sodio y temperatura de concentración final, en la calidad de una mermelada elaborada a partir de mezcla de fresa y penca de nopal.

En la fase experimental, se utilizó un diseño completamente al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones, con arreglo factorial $A \times B \times C$; donde, el factor A comprende la dosis de mezcla de edulcorantes (Xilitol, Acesulfame de potasio, y Sucralosa), el factor B la dosis de bicarbonato de sodio, y el factor C la temperatura de concentración final. Siendo la unidad experimental de 500g.

Además, se realizó la prueba de Tukey para tratamientos, prueba DMS para factores, y la prueba de Friedman para las variables cualitativas.

Las variables cuantitativas analizadas fueron: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, fibra cruda, pH, proteína, sólidos solubles, y sólidos totales. Las variables cualitativas analizadas fueron: color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grados de dulzura, y acidez. Y la variable microbiológica analizada: mohos.

Se evaluaron los resultados obtenidos, y se determinó que todos los tratamientos se encontraban aptos en su parte microbiológica para consumo humano, y de estos los mejores tratamientos debido a su composición físico-química y aceptación organoléptica, son: **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]; comprobándose que, los diferentes niveles de dosis de mezcla de edulcorantes, dosis de bicarbonato de sodio, y la temperatura de concentración final, influyen estadísticamente de forma diferente en la calidad de la mermelada propuesta.

SUMMARY

The present investigation was done with the aim of giving a choice of process and formulation for making diet jam apt for diabetics, using mixture of penca of nopal (*Opuntia ficus indica*) and strawberry (*Fragaria vesca* L.), as this make it easier for a agroindustry in Ecuador expand into new market areas, with innovate products that solve feeding problems in current society.

In our country, jam classified as apt for diabetics, has high expectations of profitability and sustainability, because people with disease are attracted of traditional foods sweetened with sucrose.

Developing a new process and it's formulation, to determine the influence of factors such as: the dose of mixture of sweeteners, dose of sodium bicarbonate, and temperature final concentration in the quality of a jam made from mixture of strawberry and penca of nopal.

In the experiment phase, was used a complementary randomized design with eight treatments and three replicates, with arrangement factorial $A \times B \times C$; where the factor A dose comprises mixing sweeteners (Xylitol, Acesulfame Potassium, and Sucralose), the factor B dose of sodium bicarbonate, and the factor C temperature final concentration. As the experimental unit 500g. We also preformed the Tukey test for treatment, DMS test for factors, and the Friedman test for qualitative variables.

Quantitative variables were analyzed: total carbohydrates, ash, energy, ether extract, crude fiber, pH, protein, soluble solids, and total solids. Qualitative

variables were analyzed: color, aroma, consistency, spreadability, taste, degree of sweetness and acidity. And the variable analyzed microbiological: molds.

We evaluated the results, and determined that all treatments were apt at its microbiological for human consumption, and of these the best treatment because of their physical-chemical composition and organoleptic acceptance are: **T7** [(Xylitol 35 – Acesulfame potassium 0,42 – Sucralose 0,35) g/kg final product; 1,63 sodium bicarbonate / kg nopal pulp; 99°C], and **T5** [(Xylitol 35 – Acesulfame potassium 0,42 – Sucralose 0,35) g/kg final product; 3,27 sodium bicarbonate / kg nopal pulp; 99°C]; proving that, different dose levels of sweetener mixture, dose sodium bicarbonate, and temperature final concentration, statistically differently influence the quality of the jam proposal.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. ARANCETA BARTRINA, Javier. Frutas, verduras y salud : Frutas, hortalizas y verduras. Barcelona, España : Masson, 2 006. p.1-8. ISBN 84-458-1669-1.
2. ASTIASARÁN, Iciar *et al.* Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria. Madrid : Díaz de Santos, 2 003. p.31,95-98, 115. ISBN 84-7978-568-3.
3. BAJAJ, Y. Transgenic crops. Berlin, Alemania : Springer, 2 001. v. 2, p. 159.
4. BARRANCOS, Julio y BARRANCOS , Patricio J. Operatoria dental : Sustitutos Edulcorantes. 4 ed. Buenos Aires, Argentina : Medica Panamericana, 2 006. p. 385-387. ISBN 950-06-0249-0.
5. BELLO GUTIÉRREZ, José. BROMATOLÓGICA – Principios generales de los alimentos : Estudio bromatológico de los carbohidratos. Madrid, España : Díaz de Santos, 2 000. p.92-94, 107,108. ISBN 84-7978-447-4
6. BOATELLA RIERA, Josep; CODONROY S., Rafael y LÓPEZ A., Pedro. Química y Bioquímica de los Alimentos : Mermeladas y confituras. 2 ed. Barcelona, España : Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona, 2 004. p.115. ISBN 84-475-2838-3.
7. CARAVACA, R., *et al.* BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL : Composición analítica de los alimentos. Sevilla, España : Universidad de Sevilla, 2 003. p.250-254. ISBN 84-472-0764-1
8. CODEX STAN 185. NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL. 1 993. 4 p.
9. _____ 192. NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS. 1 995. 284 p.

10. _____ 296. NORMA DEL CODEX PARA CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS. 2 006. 8p.

11. COLQUICHAGUA, Diana y ORTEGA, Elena. Procesamiento de Mermeladas de frutas nativas : Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada. Lima, : ITDG, 2 005. p. 9,10. ISBN 9972-47-109-8.

12. COSTENBADER, Carol. El gran libro de las conservas. Barcelona : Paidotribo, 2 001. p. 195-197. ISBN 84-8019-600-9.

13. CUBERO, Nuria; MONFERRER, Albert y VILLALTA, Jordi. Aditivos Alimentarios : Edulcorantes, Agentes Texturizantes en la Industria Alimentaria. Madrid, España : Mundi-Prensa, 2 002. p. 61,141-143,189-206. (Tecnología de Alimentos). ISBN 84-8476-088-X.

14. EDITORIAL PAX MÉXICO. Convivir con la diabetes. México, México : Pax, 2 005. p. 51, 52. (Librería Carlos Cesarman). ISBN 968-860-645-6.

15. FONTE GONZALES, Pedro. Guía Inteligente para diabéticos : Edulcorantes su uso. Maracaibo, Venezuela : Henryfb, 2 010. p. 42-46.

16. GENNARO, Alfonso R. Remington Farmacia : Antiácidos. 20 ed. Buenos Aires, Argentina : Medica Panamericana, 2 003. p. 1435. ISBN 950-06-1867-2.

17. GIL HERNANDEZ, Ángel. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2 ed. Madrid, España : Medica Panamericana, 2 010. v.2. p. 149-183, 440, 547. (Tratado de Nutrición). ISBN 978-84-9835-347-1.

18. GREENFIELD, H. y SOUTHGATE D. Datos de composición de alimentos : Componentes inorgánicos. 2 ed. Roma, Italia : FAO, 2 006. p.135. ISBN 978-92-5-304949-3

19. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA AGRICULTURA. Perfiles de área y alternativas de producción : Perfil específico del cultivo de la fresa. 1 981. p. 20-28.

20. HARRIS, Daniel. Análisis químico cuantitativo : Equilibrio químico. 6 ed. Barcelona, España : Reverté, 2003. p.114. ISBN 84-191-7224-6
21. HERNÁNDEZ, M., *et al.* Tratado de Nutrición. Madrid : Díaz de Santos 1 999. p.125, 126, 348, 349, 352, 353, 535. ISBN 84-7978-387-7
22. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA CRUDA. INEN 543. 1 980. p.1.
23. _____ CONSERVAS VEGETALES MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS NTE INEN 419. 1 988. 12p.
24. _____ CONSERVAS VEGETALES, DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO SECO (SÓLIDOS TOTALES) INEN 382. 1 985. p.1.
25. _____ CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES. MÉTODO REFRACTOMÉTRICO. NTE INEN 380. 1 985. 9 p.
26. _____ JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS NTE INEN 2337. 2 008. p.4.
27. LATHAM, MICHAEL. Nutrición humana en el mundo en desarrollo : Macronutrientes. Roma, Italia : FAO, 2 002. p.99, 101, 102. ISBN 92-5-303818-7
28. LÓPEZ, Agustín *et al.* Biotecnología alimentaria : Ácidos Orgánicos. México, México : Limusa, 2 004. p.553-557.
29. MEYER, M. y PALTRINIERI, G. Elaboración de frutas y hortalizas. México, México : Trillas, 1 987. p. 9-32, 83-90.

30. MORENO ROJAS, Rafael. Nutrición y dietética : Energía. Madrid, España : Días de Santos, 2 000. p.165. ISBN 84-7978-465-2
31. NUNES DOMACENO, Marlene. Caracterización y procesado del Kiwy y Fresa, cultivados por diferentes sistemas : Fresa. Galicia, España. 2 006, 243p. Tesis de doctoramiento. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Ciencias. Disponible en:
http://books.google.com/books?id=pZMS_I1LvRYC&pg
(Consultado 16/12/2011)
32. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Estudio FAO alimentación y nutrición : Los carbohidratos en la nutrición humana. Roma, Italia. 66 ed. 1 999. p. 2. ISBN 92-5-304114-5
33. POLLOCK, Michael. Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas. Barcelona, España : Blume, 2 003. p. 221,214, 237.
34. RODRÍGUEZ, Víctor y MAGRO, Edurne. Bases de la Alimentación Humana : Azucres destinado a la alimentación humana. La Coruña, España : Netbiblo, 2 008. p. 132-136. ISBN 978-84-9745-215-1.
35. SÁENZ, CARMEN *et al.* Utilización agroindustrial del nopal. Roma, Italia : FAO, 2 006. 182 p. ISBN 92-5-305518-9.
36. SUAREZ MORENO, Diana Ximena. Guía de procesos para elaborar mermeladas. Bogotá : Editorial C.A.B., 2 003. 40p. ISBN 958-698-105-3.
37. VELÁSQUEZ URIBE, Gladys. Fundamentos de alimentación saludable : Azucres destinados a la alimentación humana. Antioquia, Colombia : Universidad de Antioquia, 2 006. p. 58-82. ISBN 958-655-990-4.
38. YEAGER, Selene. Guía médica de los remedios alimenticios. Estados Unidos de América: Rodale, 2 001. p. 529, 530, 531. ISBN 1-57954-348-0.

ENLACES CONSULTADOS

1. AMÉRICA ALIMENTOS. Nopal: Funcionalidad y Aplicaciones. Disponible en: <http://americaalimentos.com/blog/?p=53> (Consultado el 28/02/2011)
2. ARGENTINA, SERVICIO NACIONAL DE SALUD Y CALIDAD AGOALIMENTARIA. Frutilla. Disponible en: <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/frutilla> (Consultado el 16/02/2011)
3. AVIACIÓN CIVIL AEROPUERTO “ATAHUALPA”. Características Generales : Datos Meteorológicos de la ciudad de Ibarra. Disponible en: <http://www.dgac.gov.ec/webibarra/> (Consultado el 15/01/2011)
4. COMISIÓN NACIONAL DE LAS ZONAS ÁRIDAS E INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE). México. Nopal verdura. México, 1 994. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/71/nverdura.html> (Consultado el 12/02/2011)
5. FRAGARIA VESCA. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Fragaria_vesca (Consultado el 18/02/2011)
6. GUZMÁN LOAYSA, Deysi y CHÁVEZ, Jorge. Estudio bromatológico del cladodio del nopal para el consumo humano. Perú : Rev Soc quim, 2 007. Disponible en : <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n1/a05v73n1.pdf> (Consultado el 12/02/2011)
7. KITINOJA, Lisa y Kader1, Adel. Manual de prácticas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala : Almacenamiento. California : University of California, 1 995. Disponible en: <http://www.fao.org/wairdocs/x5403s/x5403s00.htm#Contents> (Consultado el 02/03/2011)
8. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR. Ministerio de Salud conmemora el Día Mundial de la Diabetes. Disponible en: <http://www.msp.gob.ec/index.php/Boletines-de-Prensa/ministerio-de-salud-conmemora-el-dia-mundial-de-la-diabetes.html> (Consultado el 07/12/2011)

9. MITCHAM, Elizabeth J., Crisosto, Carlos H. y KADER, Adel A. Fresa : Recomendaciones para mantener la calidad Poscosecha. Department of Pomology, University of California. Traducido por : PELAYO, Clara, 2 002. Disponible en:
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Fresa.shtml>
(Consultado el 12/03/2011)

10. MUSELL COLOR SYSTEM. Disponible en:
<http://www.disegnoepittura.it/teoriacolori/munsell-color-system-charts.html>
(Consultado el 12/02/2011)

11. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Diabetes. Nota descriptiva N°312, 2 011. Disponible en:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/index.html> (Consultado el 10/02/2011)

12. QUEVEDO, K *et al.* Calidad del nopal verdura mínimamente procesado, Efecto de temperatura e inhibidores de crecimiento. Chapingo, México : Revista Fitotecnia Mexicana, 2 005. p.267. Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/610/61028310.pdf> (Consultado el 12/02/2011)

13. REYES, J., AGUIRRE, J.y HERNÁNDEZ, H. NOTAS SISTEMÁTICAS Y UNA DESCRIPCIÓN DETALLADA DE *Opuntia ficus – indica* (L.) Mill. (CACTACEAE). Texcoco, México : Agrociencia, 2 005. v.39. p.305-408. Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/302/30239404.pdf> (Consultado el 11/02/2011)

14. SALUD MADRID. DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN E INSPECCIÓN. Inscripción de Productos Alimenticios destinados a una Alimentación Especial (Dietéticos) en el Registro General Sanitario de Alimentos. Notificación de Complementos Alimenticios. Disponible en:
<http://www.madrid.org/cs> (Consultado el 12/02/2011)

15. USOS Y APLICACIONES DEL NOPAL. Disponible en:
<http://www.cpnt.org.mx/pdf/usosApliNopal.pdf> (Consultado el 12/02/2011)

16. XYLITOL. Disponible en: <http://odontologiaa.mx.tripod.com/xylitol.html>
(Consultado el 07/11/2011)

ANEXOS

ANEXO A1: COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO SOBRE LOS ALIMENTOS DESTINADOS A LAS PERSONAS AFECTADAS DE PERTURBACIONES DEL METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS (DIABÉTICOS).



COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS

Bruselas, 26.6.2008
COM(2008) 392 final

**INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO
SOBRE LOS ALIMENTOS DESTINADOS A LAS PERSONAS AFECTADAS DE
PERTURBACIONES DEL METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS (DIABÉTICOS)**

ES

ES

INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO
SOBRE LOS ALIMENTOS DESTINADOS A LAS PERSONAS AFECTADAS DE
PERTURBACIONES DEL METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS (DIABÉTICOS)

1. OBJETIVO DEL INFORME

La Directiva 89/398/CEE, relativa a los productos alimenticios destinados a una alimentación especial¹, también llamados alimentos dietéticos, dispone que la Comisión debe informar sobre la conveniencia de disposiciones especiales para los alimentos destinados a las personas afectadas de perturbaciones en el metabolismo de los glúcidos (diabéticos). El presente informe resume las recomendaciones dietéticas para las personas con diabetes y la legislación europea actual sobre los alimentos destinados a ellas, con el fin de poder evaluar la conveniencia de disposiciones especiales para esos alimentos.

2. DIABETES MELLITUS

La diabetes mellitus es un conjunto de perturbaciones metabólicas caracterizado por hiperglucemia (alto nivel de glucosa en la sangre) crónica e intolerancia a la glucosa debido a la deficiencia de insulina, a la insuficiente eficacia de su acción o a ambas causas. Normalmente, la hormona insulina, producida por el páncreas, regula el nivel sanguíneo de glucosa trasladando la glucosa de la sangre a las células corporales, donde se utiliza como fuente de energía.

La Organización Mundial de la Salud ha definido dos grandes tipos de diabetes mellitus¹:

Diabetes de tipo 1 (antes conocida como diabetes mellitus insulino dependiente [DMID] o diabetes juvenil), en la cual el páncreas no produce la insulina esencial para la supervivencia. Esta forma de diabetes se desarrolla con mayor frecuencia en los niños y adolescentes, aunque se está observando en edades cada vez más avanzadas. Se trata con inyecciones de insulina y regulando la alimentación.

Diabetes de tipo 2 (antes conocida como diabetes mellitus no insulino dependiente [DMNID] o de inicio en la edad adulta), que se debe a la incapacidad del cuerpo para utilizar adecuadamente la insulina producida por el páncreas. La diabetes de tipo 2 supone alrededor del 90 % de todos los casos de diabetes del mundo. Es más frecuente en adultos, aunque afecta cada vez más a jóvenes adultos y niños. Este tipo de diabetes se trata normalmente mediante cambios en el estilo de vida, como el régimen alimenticio y el ejercicio físico, acompañados o no de agentes hipoglucémicos orales, aunque a veces puede ser necesario administrar inyecciones de insulina.

¹ Directiva 89/398/CEE del Consejo, de 3 de mayo de 1989, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los productos alimenticios destinados a una alimentación especial. DO L 186 de 30.6.1989, p. 27.

Hay otras clasificaciones de las diabetes según se deban a defectos genéticos, enfermedades del páncreas o trastornos provocados por medicamentos o sustancias químicas. Existe también la diabetes gestacional, que afecta a la mujer durante el embarazo y normalmente desaparece después del parto. Las mujeres que han padecido diabetes gestacional tienen un mayor riesgo de desarrollar una diabetes en un estadio posterior de su vida.

2.1. Perturbación metabólica

El efecto metabólico de la diabetes mellitus es más que una perturbación del metabolismo de los glúcidos, ya que conlleva también alteraciones del metabolismo de las proteínas y las grasas debidas a la acción deficiente de la insulina en los tejidos diana como consecuencia de la insensibilidad a la insulina o la falta de esta hormona. Como consecuencia, se reduce la capacidad del cuerpo para convertir la glucosa en energía.

La diabetes se manifiesta normalmente como hiperglucemia, que es el resultado de la entrada de glucosa en la circulación en una concentración muy superior a la que puede eliminarse. Los niveles de glucosa en la sangre en ayunas y después de las comidas (posprandial) están regulados por mecanismos que son, en cierta medida, diferentes. La concentración posprandial de glucosa en la sangre depende en gran medida de la composición de la comida, mientras que la concentración de glucosa en ayunas solo refleja la velocidad a la que el hígado produce glucosa.

Hay diversos parámetros alimenticios que influyen en la glucemia, como la cantidad y los tipos de alimentos consumidos y sus propiedades. Se ha observado que algunos alimentos corrientes que contienen el mismo tipo y la misma cantidad de hidratos de carbono pueden tener efectos diferentes en los niveles de glucosa de la sangre (respuesta glucémica). Las diferentes respuestas glucémicas a alimentos que contienen la misma cantidad de hidratos de carbono dependen sobre todo de la tasa de absorción del intestino delgado. El tipo de carbohidrato es un factor importante que afecta a la absorción. Otros factores que influyen en la tasa de absorción son la cocción y el procesamiento de los alimentos.

El alcohol afecta a los niveles de glucemia al inhibir la producción de glucosa en el hígado, reduciendo así la concentración de glucosa en el plasma. No obstante, si se consume habitualmente en grandes cantidades, reduce la sensibilidad a la insulina, lo que aumenta los niveles plasmáticos de glucosa.

La diabetes mal tratada aumenta el riesgo de contraer enfermedades vasculares y neurológicas y reduce la esperanza de vida. Hay también complicaciones, por ejemplo la ceguera, asociada con el daño en los vasos sanguíneos y los nervios causado por la persistencia de altos niveles de glucosa en la sangre. El mantenimiento de un control estricto de la glucemia (y de la tensión arterial) puede reducir la probabilidad de complicaciones.

3. TRATAMIENTO DE LA DIABETES

El tratamiento de los diabéticos tiene por objeto normalizar la glucemia y también minimizar las complicaciones derivadas de la diabetes. El tratamiento debe adaptarse al paciente, que ha de aprender a conjugar el control de la glucemia con la regulación de su alimentación y la actividad física, así como, si es necesario, la toma de hipoglucémicos orales o inyecciones de insulina.

4. CONSEJOS SOBRE ALIMENTACIÓN

Tradicionalmente, la dieta recomendada para las personas con diabetes se centraba en el consumo de hidratos de carbono. Antes de 1980 se pensaba que el nivel de glucosa en la sangre no podía controlarse sin limitarlos. Se aconsejaba reducir el consumo de hidratos de carbono, sobre todo de sacarosa, y que por tanto los carbohidratos proporcionaran menos del 40 % de la energía ingerida. Los estudios realizados desde los años setenta demuestran que un consumo menos restrictivo de hidratos de carbono no perjudica el buen control de la glucosa en la sangre; según la teoría desarrollada a principios de los ochenta, es el aporte energético total, y no el consumo de carbohidratos, el que incide en los niveles de glucosa. Además, una dieta rica en grasa contribuía a la aparición de complicaciones de la diabetes, como trastornos cardiovasculares que daban lugar a enfermedades cardíacas. En los años ochenta los consejos sobre la alimentación preconizaron el aumento de la contribución de los carbohidratos en la ingesta de energía y redujeron la proporción de energía procedente de grasas, sobre todo saturadas, y proteínas. Se recomendó una dieta más rica en fibra y un mayor consumo de frutas y vegetales. Actualmente, los consejos alimenticios para personas con diabetes se basan en los mismos consejos que se dan a la población general en materia de alimentación saludable, adaptados a sus necesidades individuales.

4.1. Base científica de los consejos sobre alimentación

En 2004, Mannⁱⁱ analizó, por encargo del Grupo de Estudio sobre la Diabetes y la Alimentación (DNSG) de la Asociación Europea para el Estudio de la Diabetes (EASD), los datos en los que se basan los consejos alimentarios para diabéticos, y formuló recomendaciones. En el anexo I se resumen los principales puntos observados en el estudio.

En 2002, un equipo dirigido por Franzⁱⁱⁱ publicó un estudio técnico de los datos en que se basan los principios y las recomendaciones de nutrición para el tratamiento y la prevención de la diabetes y las complicaciones afines, estudio en el que se basa la posición de la Asociación americana de diabetes^{iv}. Las conclusiones globales del estudio técnico de Franzⁱⁱⁱ fueron similares a las de Mannⁱⁱ.

4.2. Recomendaciones europeas sobre alimentación

4.2.1. Recomendaciones del Grupo de Estudio sobre la Diabetes y la Alimentación de la Asociación Europea para el Estudio de la Diabetes

En muchos países de la UE, como Dinamarca, Finlandia, Grecia, Alemania, Suecia, Hungría o Eslovenia, los consejos dietéticos destinados a las personas con diabetes se basan en recomendaciones del Grupo de Estudio sobre la Diabetes y la Alimentación (DNSG) de la EASD.

Las recomendaciones de 2004 del DNSG tuvieron en cuenta los datos sobre el papel de los diferentes ácidos grasos no saturados, el valor de los alimentos con bajo índice glucémico, los posibles efectos cardioprotectores de los nutrientes antioxidantes, la necesidad de evitar el consumo excesivo de proteínas y los beneficios del ejercicio físico. El DNSG hace hincapié en que las recomendaciones sobre alimentación para los diabéticos son muy similares a las que se dan a la población general para promover su salud. En el anexo II se ofrece un resumen de las recomendaciones y los consejos dietéticos.

4.2.2. Recomendaciones de las organizaciones nacionales de diabetes de los Estados miembros

Algunas organizaciones nacionales de diabetes tienen sus propias directrices sobre las características nutritivas generales de las dietas para los diabéticos. Por ejemplo, Francia, Suecia y el Reino Unido prestan asesoramiento dietético a sus ciudadanos con diabetes. Las recomendaciones sobre los macronutrientes son similares, es decir, los hidratos de carbono deberían aportar entre el 45 y el 60 % del total de la energía ingerida, las grasas, menos del 30 o 35 % y las proteínas, entre el 10 y el 15 %. La contribución de los diversos tipos de ácidos grasos a la ingesta de energía es también similar: los ácidos grasos saturados o trans proporcionan menos del 10 % de la energía, al igual que los ácidos grasos poliinsaturados, y los ácidos grasos monoinsaturados, alrededor del 10-20 %. Estas recomendaciones son también acordes con los consejos del DNSG de la EASD.

En el anexo II se resumen los consejos específicos de diversas organizaciones europeas en torno a la regulación nutricional de la diabetes.

4.3. Resumen de los consejos alimentarios

La diabetes es una perturbación del metabolismo de los macronutrientes. El tratamiento de los diabéticos tiene principalmente por objeto controlar la glucemia y reducir el riesgo de complicaciones, tales como el daño vascular o neurológico. Asimismo, es posible que estas personas necesiten alcanzar un perfil lipídico sanguíneo óptimo. Estos objetivos pueden alcanzarse por diferentes medios, entre ellos el seguimiento de una dieta apropiada.

Dos estudios técnicos sobre datos pertinentes para la regulación de la alimentación de los pacientes con diabetes, uno elaborado por encargo del Grupo de Estudio sobre la Diabetes y la Alimentación (DNSG) de la EASD y el otro elaborado por la Asociación Americana de Diabetes, indican que, sobre la base de los conocimientos científicos, el consejo alimenticio general para los diabéticos es que sigan una dieta sana, lo que debería ser posible tomando alimentos normales.

Las recomendaciones alimentarias para los diabéticos son semejantes en los distintos Estados miembros. En general, los consejos alimenticios para diabéticos son los mismos que se dan a la población general en materia de alimentación saludable. No es necesario excluir determinados alimentos o nutrientes de la dieta, sino hacer que la alimentación en general sea equilibrada. Los diabéticos deben planificar sus comidas de modo que se minimicen las fluctuaciones de los niveles de glucosa en la sangre, y han de optar por una dieta adaptada a sus necesidades individuales, teniendo en cuenta la composición de macronutrientes de los alimentos y su tasa de absorción. Un consejo general es que consigan o mantengan un peso corporal óptimo. Los alimentos ricos en hidratos de carbono deberían constituir la parte principal de la dieta. Se recomiendan especialmente los alimentos ricos en fibra dietética o con un índice glucémico bajo (por ejemplo, legumbres, cereales completos y pasta). El contenido en grasas de la dieta debería ser inferior al 35 % de la energía ingerida, aportando los ácidos grasos monoinsaturados (presentes por ejemplo en el aceite de oliva o de colza) entre el 10 y el 20 % de la energía. Tanto los ácidos grasos saturados (presentes en los productos animales y las grasas duras comestibles, por ejemplo) como los ácidos grasos poliinsaturados (presentes en los aceites vegetales, las grasas blandas comestibles y el pescado, por ejemplo) deberían aportar menos del 10 % del consumo de energía, y la ingestión de proteínas dependerá de las necesidades de cada persona.

El consejo general es el siguiente:

- seguir una dieta variada;
- basar las comidas y los tentempiés en alimentos feculentos, como cereales completos, pan, patatas y otras verduras feculentas;
- comer muchas frutas y verduras, al menos cinco porciones al día;
- moderar el consumo de productos lácteos y carne, pescado o sus alternativas (productos de la soja, nueces, etc.); y
- limitar el consumo de alimentos grasos o dulces y de alcohol.

En el anexo I se ofrece un resumen más detallado de los consejos dietéticos.

5. INFORMACIÓN DE LOS ESTADOS MIEMBROS Y OTRAS PARTES INTERESADAS SOBRE LA ALIMENTACIÓN PARA DIABÉTICOS

La Comisión solicitó información a los Estados miembros sobre la situación actual de los consejos sobre alimentación, la regulación de los alimentos que se comercializan como aptos para diabéticos, la utilización de la advertencia «apto para diabéticos» y los principales productos que se pueden adquirir en el mercado. Se recibió información de dieciocho Estados miembros.

5.1. Normativa vigente en varios Estados miembros de la UE

A continuación se ofrece un breve resumen de la información facilitada por los Estados miembros sobre sus disposiciones nacionales. En el anexo III figura un resumen más detallado.

Consejos sobre alimentación – En general, los consejos sobre alimentación para las personas con diabetes concuerdan con las recomendaciones en materia de alimentación saludable que se dan a la población en general, adaptadas, en su caso, a las necesidades de cada persona. En muchos países, los consejos se basan en las recomendaciones del DNSG de la EASD.

Normativa sobre alimentos para diabéticos – Cinco Estados miembros disponen de normas sobre la composición. En Francia hay normas sobre la composición de «alimentos pobres en hidratos de carbono»; en Hungría hay normas para los alimentos que «pueden ser consumidos por los diabéticos» o con la indicación «(producto) para diabéticos»; en Alemania, España y Eslovaquia existen algunos requisitos sobre la composición de alimentos que pueden llevar la indicación «apto para diabéticos».

La normativa francesa (Decreto n° 91-827 modificado) dispone que en los productos alimenticios que se ofrecen como pobres en hidratos de carbono el peso total de los hidratos de carbono asimilables debe ser inferior al 50 % del contenido de productos alimenticios normales análogos. No obstante, en ciertas condiciones específicas, el porcentaje puede llegar al 70 % para los productos feculentos y los productos alimenticios que contengan fructosa o sorbitol. Los alimentos deben venderse con descripciones que incluyan las expresiones «bajo en hidratos de carbono», «contenido reducido en hidratos de carbono». Además, el contenido de hidratos de carbono asimilables ha de indicarse seguido de la declaración «debe incluirse en la cantidad diaria prescrita por su médico».

La normativa alemana en materia de alimentos producidos específicamente para personas con diabetes (artículo 12 del *Verordnung über diätetische Lebensmittel* [Reglamento sobre alimentos dietéticos]) incluye datos sobre los azúcares que pueden añadirse y las circunstancias en que es posible hacerlo. Además, hay restricciones sobre el contenido energético del pan y el contenido en hidratos de carbono de la cerveza. Atendiendo a los consejos de la comunidad científica, se está revisando esta normativa.

La normativa española incluye restricciones relativas al contenido en hidratos de carbono de los alimentos, los azúcares que pueden añadirse y el contenido en grasas. Hay algunos requisitos en materia de etiquetado para los productos que contienen sorbitol o aspartamo.

La normativa húngara establece restricciones para el contenido de hidratos de carbono de los alimentos, así como para el uso de hidratos de carbono monosacáridos y disacáridos, incluida la fructosa.

El ordenamiento eslovaco restringe el contenido de hidratos de carbono de los alimentos, su valor energético y su contenido de grasas, proteínas animales, colesterol y sal.

Disposiciones sobre la advertencia «apto para diabéticos» – En Hungría, Eslovaquia, Alemania y España, los productos deben cumplir los requisitos de composición establecidos en la legislación nacional. En la mayoría de los demás Estados miembros que han respondido, la advertencia debe ajustarse a la normativa sobre etiquetado de productos alimenticios destinados a una alimentación especial. Algunos Estados miembros desaconsejan el uso de estas advertencias basándose en la conclusión del DNSG de la EASD de que los productos específicos para diabéticos no están científicamente justificados.

5.2. Alimentos comercializados actualmente en el mercado europeo como aptos para diabéticos

Los ejemplos ofrecidos por los Estados miembros como tipos de productos comercializados específicamente para diabéticos fueron chocolate, productos de confitería, bebidas, galletas y mermeladas con fructosa, polialcoholes o edulcorantes artificiales como sustitutos de la sacarosa. Como ya se ha dicho, en Francia los alimentos «bajos en hidratos de carbono» deben cumplir las obligaciones en materia de composición dictadas por la legislación nacional. Está permitido indicar que estos alimentos pueden, por consejo médico, formar parte de la dieta de determinados diabéticos. La fructosa pura, la fructosa en solución acuosa y el sorbitol se incluyen también en la normativa francesa como productos para dietas pobres en hidratos de carbono cuando se utilizan como edulcorantes. En Alemania, la normativa nacional sobre productos alimenticios para diabéticos incluye disposiciones específicas sobre el pan y la cerveza. Los productos que cumplen las disposiciones en materia de etiquetado incluyen los productos de panadería, las mermeladas, el chocolate, los dulces, los postres y los productos lácteos que contienen fructosa o alcoholes de azúcar en lugar de sacarosa. En Portugal hay también algunos alimentos destinados a una nutrición enteral que son alimentos para usos médicos especiales y resultan adecuados para los diabéticos. Además, algunos alimentos ordinarios de valor energético reducido y en los que la sacarosa se ha sustituido por fructosa, polialcoholes o edulcorantes artificiales se comercializan con la advertencia «apto para diabéticos». Sin embargo, ninguno de estos productos alimenticios ha sido sometido al procedimiento previsto a fin de que los alimentos ordinarios adecuados para un uso nutricional particular indiquen esa adecuación.

5.3. Puntos de vista de otras partes interesadas

De la información facilitada por los Estados miembros y las partes interesadas se desprende que muchas organizaciones de investigación de la diabetes y de apoyo a los diabéticos no aconsejan alimentos fabricados o comercializados específicamente para las personas con diabetes. Consideran que la promoción de dichos alimentos puede restar eficacia a los consejos generales sobre alimentación para diabéticos, basando su argumentación en que las recomendaciones generales en materia de alimentación para diabéticos son las mismas que se dan a la población general para promover una alimentación saludable. Algunos Estados miembros señalan que los alimentos ordinarios con contenido reducido en grasas, azúcar o energía pueden facilitar el seguimiento de las recomendaciones alimenticias por parte de los diabéticos.

Por otra parte, algunos pacientes y organizaciones de fabricantes creen que es posible desarrollar nuevos productos alimenticios con ventajas probadas, y utilizarlos como parte de una dieta mejorada. Entre ellos pueden contarse productos que se diferencian de los productos alternativos normalmente consumidos, por ejemplo, respecto a la cantidad y el tipo de grasas o el contenido de fibras, o que tienen un bajo índice glucémico. Las organizaciones consideran que los alimentos preparados de manera industrial o las comidas rápidas tienen grandes posibilidades de desarrollo. Creen que si se mejoran tales alimentos podrían ser también adecuados para la población general, ya que pueden ayudar a las personas a conseguir un estilo de vida que reduzca el riesgo de contraer diabetes.

6. LEGISLACIÓN

6.1. Marco legislativo actual

Los alimentos dietéticos se definen en el artículo 1, apartado 2, de la Directiva 89/398/CEE (Directiva marco) atendiendo a tres características principales:

- se distinguen claramente de los productos alimenticios de consumo corriente (por su composición particular o por el particular proceso de su fabricación),
- van destinados a determinadas clases de personas, y no a la población en general,
- satisfacen las necesidades nutritivas particulares de las personas a las que están destinados; esto debe apoyarse en datos científicos generalmente reconocidos.

Determinados grupos de productos alimenticios destinados a una alimentación especial, enumerados en el anexo de la mencionada Directiva, se regulan en directivas específicas que establecen criterios de composición o etiquetado a fin de velar por que los productos se utilicen de manera adecuada y proporcionen niveles mínimos o máximos, según convenga, de determinados nutrientes. Algunos de estos alimentos podrían ser la única fuente de alimentación, por ejemplo los preparados para lactantes o algunos alimentos destinados a usos médicos especiales. Tales productos deben satisfacer todas las necesidades nutricionales de las personas a las que van destinados, ya que, en algunos casos, no existe fuente alternativa de alimentación. Otros productos, tales como los preparados a base de cereales y los alimentos para bebés, así como los alimentos destinados a la pérdida de peso, podrían considerarse productos de preparación rápida, dado que las necesidades nutricionales especiales de las personas a las que van dirigidos pueden cubrirse también mediante una selección cuidadosa de alimentos normales.

ANEXO A2: REAL DECRETO 2685/1976

B. O. del E.—Núm. 284

26 noviembre 1976

23543

	PÁGINA	FOLIO
MINISTERIO DE INFORMACION Y TURISMO		
Orden de 9 de noviembre de 1976 por la que se convoca oposición para ingreso en el Cuerpo de Inspectores de la Dirección General de Régimen Jurídico de la Prensa.	23608	23608
MINISTERIO DE LA VIVIENDA		
Orden de 27 de octubre de 1976 por la que se descalifica la vivienda de protección oficial sita en Peña Grande —Colonia del Porvenir—, avenida del Cardenal He-		
ADMINISTRACION LOCAL		
Resolución del Ayuntamiento de Elbur referente a la oposición para la provisión de plazas de Policía Municipal.		23675

I. Disposiciones generales

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

23961 REAL DECRETO 2684/1976, de 8 de octubre, por el que se fijan precios diferenciales para los escapes de consumo de ciertos productos petrolíferos y se establecen medidas de control de rendimientos energéticos en industrias.

Las circunstancias por las que atraviesa la economía española, y el importante incremento en el consumo de productos petrolíferos, está erigiendo un notable aumento en las necesidades de importación de crudos para el abastecimiento nacional, situación que se ve acentuada por el efecto de la extrema sequía que padece el país y la consiguiente disminución de la energía hidroeléctrica producida.

Por dicha razón es aconsejable la adopción de medidas que tiendan a una moderación en el consumo, estableciendo precios diferenciales que estimulen el ahorro de energía y una utilización más racional de la misma mediante el control de los rendimientos energéticos.

El Decreto-ley seis/mil novecientos setenta y cuatro, de veintiseis de noviembre, por el que se instrumentaron medidas frente a la coyuntura económica, en su artículo noveno, faculta al Gobierno para que adopte las medidas precisas para establecer limitaciones en el uso de productos energéticos.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Hacienda y de Industria, con el informe de la Junta Superior de Precios y previa deliberación del Consejo de Ministros, en su reunión del día ocho de octubre de mil novecientos setenta y seis,

DISPONGO:

Artículo primero.—Los suministros de fuel-oil y gasóleo tipo C para calefacciones en edificios y usos domésticos que excedan del noventa por ciento de las cantidades entregadas durante los últimos doce meses anteriores al uno de octubre de mil novecientos setenta y seis, se realizarán en el área del monopolio de petróleo con un recargo de un cincuenta por ciento sobre el precio vigente para cada tipo de combustible.

Artículo segundo.—Los suministros de fuel-oil y gasóleo tipo C para usos industriales, que excedan del noventa y cinco por ciento de las cantidades entregadas durante los últimos doce meses anteriores al uno de octubre de mil novecientos setenta y seis, se facturarán en el área del monopolio de petróleo con un recargo del cincuenta por ciento sobre el precio vigente para cada una de las calidades.

Artículo tercero.—Queda limitado exclusivamente el uso de gasóleo tipo B para motores de combustión interna, distintos de los de automoción, estando prohibida su utilización como combustible de calderas a excepción de los usos agrícolas.

Artículo cuarto.—Lo preceptuado en el artículo primero no será de aplicación a los centros, hospitalarios y asistenciales.

Artículo quinto.—Lo preceptuado en el artículo segundo no será de aplicación al fuel-oil con destino a las centrales termoeléctricas.

Artículo sexto.—Las instalaciones industriales existentes cuyo proceso productivo requiera un consumo energético equivalente

superior a diez mil toneladas al año de fuel-oil, deberán presentar en el plazo máximo de cuatro meses en las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria correspondientes, un estudio sobre los sistemas de combustión y en general de consumo energético con inclusión de los rendimientos técnicos actuales y propuesta de mejoras de las instalaciones que permitan reducir los consumos específicos de energía.

Análogamente, a las solicitudes de nuevas industrias o ampliación de las existentes, cuyo consumo de energía supere el equivalente a seis mil toneladas al año de fuel-oil, se deberá acompañar un estudio específico sobre el empleo de energía, con detalle de los rendimientos para lo que las instalaciones están proyectadas y cantidades de energía necesarias para el proceso industrial, desglosadas por clases comerciales.

Artículo séptimo.—Por los Ministros de Hacienda e Industria se dictarán las disposiciones necesarias para la ejecución y desarrollo de lo preceptuado en el presente Real Decreto.

Artículo octavo.—El presente Real Decreto entrará en vigor a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» y permanecerá vigente hasta el treinta y uno de diciembre de mil novecientos setenta y siete.

Dado en Madrid a ocho de octubre de mil novecientos setenta y seis.

JUAN CARLOS

El Ministro de la Presidencia del Gobierno,
ALFONSO OSORIO GARCIA

23962 REAL DECRETO 2685/1976, de 16 de octubre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales.

El Decreto de la Presidencia del Gobierno número dos mil cuatrocientos ochenta y cuatro/mil novecientos setenta y siete, de veintinueve de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español, prevé que puedan ser objeto de Reglamentación Especial las materias en él reguladas.

Publicado el Decreto de la Presidencia del Gobierno número dos mil quinientos diecinueve/mil novecientos setenta y cuatro, de nueve de agosto, sobre entrada en vigor, aplicación y desarrollo del Código Alimentario Español, procede ahora dictar las distintas Reglamentaciones establecidas en el mismo.

En su virtud, a propuesta conjunta de los Ministros de la Gobernación, Industria y Comercio, con el informe favorable de la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día quince de octubre de mil novecientos setenta y seis,

DISPONGO:

Artículo único.—Se aprueba la adjunta Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales.

DISPOSICION FINAL

La citada Reglamentación entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

No obstante lo establecido en la disposición final y como únicas excepciones a lo dispuesto en ella:

Primera.—Las reformas y adaptaciones de las instalaciones derivadas de las exigencias incorporadas a esta Reglamentación que no sean consecuencia de disposiciones legales vigentes y en especial de lo dispuesto en el Decreto dos mil quinientos diecinueve/mil novecientos setenta y cuatro, de nueve de agosto, sobre entrada en vigor, aplicación y desarrollo del Código Alimentario Español, serán llevadas a cabo en el plazo de doce meses, a contar desde la publicación de la presente Reglamentación.

Segunda.—Se permitirá a los industriales el uso de las existencias en almacén o contratadas de los envases, etiquetas, cierres o precintos, durante un plazo de dieciocho meses, no pudiendo efectuarse a partir de la fecha de publicación del presente Decreto nuevas contrataciones de dichos materiales, si no es ajustándose a las normas de la adjunta Reglamentación.

Asimismo se permitirá este plazo para la adecuación de las fórmulas.

DISPOSICION DEROGATORIA

A partir de la fecha de publicación de la presente Reglamentación quedan derogadas las siguientes disposiciones:

Orden del Ministerio de la Gobernación de seis de marzo de mil novecientos cuarenta y uno, sobre inspección de productos alimenticios envasados («Boletín Oficial del Estado» de siete de marzo).

Orden de la Presidencia del Gobierno de veinticuatro de enero de mil novecientos cuarenta y dos, sobre productos dietéticos («Boletín Oficial del Estado» de veinticinco de enero).

Orden del Ministerio de la Gobernación de veintisiete de mayo de mil novecientos cuarenta y dos, sobre registro de productos alimenticios envasados («Boletín Oficial del Estado» de treinta y uno de mayo).

Orden del Ministerio de la Gobernación de dieciocho de mayo de mil novecientos cuarenta y tres, sobre denominación y preparación de alimentos-medicamentosos («Boletín Oficial del Estado» de veinticuatro de mayo).

Orden de la Presidencia del Gobierno de veintisiete de junio de mil novecientos cuarenta y siete, sobre precios de productos dietéticos, elaborados a base de leche en polvo («Boletín Oficial del Estado» de uno de julio).

Orden del Ministerio de la Gobernación de veintiséis de enero de mil novecientos cuarenta y ocho, por la que se modifica el artículo cuarto de la Orden de veintiseis de mayo de mil novecientos cuarenta y dos, dando nuevas normas para el registro de productos dietéticos y alimenticios («Boletín Oficial del Estado» de uno de febrero).

Órdenes de la Presidencia del Gobierno de siete de julio de mil novecientos cincuenta y seis («Boletín Oficial del Estado» de trece de julio); de treinta de diciembre de mil novecientos cincuenta y ocho («Boletín Oficial del Estado» de siete de enero de mil novecientos cincuenta y nueve); de dieciocho de mayo de mil novecientos cincuenta y nueve («Boletín Oficial del Estado» de veintidós de mayo); de trece de junio de mil novecientos sesenta («Boletín Oficial del Estado» de veintidós de junio y catorce de julio); y de veintidós de febrero de mil novecientos sesenta y uno («Boletín Oficial del Estado» de tres de marzo), por los que se aprueba y rectifica la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de productos dietéticos y preparados alimenticios.

Resolución de la Dirección General de Sanidad de cuatro de febrero de mil novecientos sesenta y seis («Boletín Oficial del Estado» de trece de febrero), sobre registro de preparados alimenticios para regímenes especiales y preparados alimenticios bajo fórmulas específicas que precisan vigilancia sanitaria especial.

Cuantas otras disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en el presente Real Decreto.

Dado en Madrid a dieciséis de octubre de mil novecientos setenta y seis.

JUAN CARLOS

El Ministro de la Presidencia del Gobierno,
ALFONSO OSORIO GARCÍA.

REGLAMENTACION TECNICO-SANITARIA PARA LA ELABORACION, CIRCULACION Y COMERCIO DE PREPARADOS ALIMENTICIOS PARA REGIMENES DIETETICOS Y/O ESPECIALES

TITULO PRELIMINAR

Ambito de aplicacion

Artículo 1.º La presente Reglamentación tiene por objeto definir, a efectos legales, lo que se entiende por preparado alimenticio para regímenes dietéticos y/o especiales y fijar con carácter obligatorio las normas de elaboración, comercialización y, en general, la ordenación jurídica de tales productos. Será de aplicación, asimismo, a los productos importados.

Esta Reglamentación obliga a todos los fabricantes, comerciantes e importadores de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales.

No consideran fabricantes de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales, aquellas personas, naturales o jurídicas, que en uso de las autorizaciones concedidas por los Organismos oficiales autorizados dedican su actividad a la elaboración de los productos definidos en los artículos 2.º a 4.º

TITULO PRIMERO

Definiciones y tipos

Art. 2.º Preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales.

Son los alimentos elaborados, según fórmulas autorizadas por la Dirección General de Sanidad, de composición y/o características especiales y que satisfacen necesidades fisiológicas, bien de las personas sanas o de aquellas otras cuyos procesos de asimilación o metabolismo se encuentran alterados. Dichos alimentos son los señalados en los dos artículos siguientes.

Art. 3.º Tipos de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales.

3.1. Alimentos que satisfacen las exigencias fisiológicas especiales de nutrición de las personas sanas:

3.1.1. Alimentos para niños lactantes, poslactantes y de corta edad.

3.1.1.1. Alimentos a base de leche, productos lácteos y componentes de la leche.

3.1.1.1.1. Para lactantes.—Son alimentos presentados en forma sólida o líquida, destinados a reemplazar o complementar a la leche de la madre y a satisfacer las necesidades nutricionales de dichos niños.

No se consideran incursos en esta Reglamentación los leches enteras, semidesnatadas, desnatadas o aquellas que han experimentado la simple sustitución de la grasa láctea por otra vegetal, que a todos los efectos serán reguladas por sus Reglamentaciones específicas de productos lácteos y preparados alimenticios, respectivamente.

3.1.1.1.2. Para poslactantes.—Son alimentos sólidos o líquidos que se utilizan normalmente para los niños a partir del destete y durante el período de adaptación a los alimentos ordinarios. Entre éstos se encuentran las harinas lacteadas, instantáneas o no, simples o compuestas, con o sin frutas y/u hortalizas añadidas.

3.1.1.2. Alimentos a base de cereales o hidratos de carbono. Son alimentos destinados a complementar principalmente las necesidades de los niños poslactantes y de corta edad.

Entre ellos se consideran:

3.1.1.2.1. Harinas no lacteadas, instantáneas o no, simples o compuestas, con o sin frutas y/u hortalizas.

3.1.1.2.2. Algunos tipos de galletas o bizcochos especiales.

3.1.1.3. Alimentos a base de hortalizas, frutas, carnes, pescados o mezcla de los mismos, cuya finalidad sea exclusivamente el establecer un régimen alimenticio infantil.

3.1.1.4. Alimentos compuestos de mezclas de los anteriores y otras fórmulas específicas, cuya finalidad sea exclusivamente el establecer un régimen alimenticio infantil.

3.1.2. Alimentos complementarios o para situaciones de esfuerzo y desgaste.

3.1.2.1. Alimentos para mujeres embarazadas y en período de lactación.

3.1.2.2. Alimentos que proporcionan nutrientes complementarios. En este grupo se incluyen los alimentos destinados a aquellas personas que realizan esfuerzos físicos extraordinarios o que viven en condiciones especiales del medio ambiente.

3.1.2.3. Alimentos para personas de avanzada edad.

3.2. Alimentos para regímenes nutricionales específicos.

- 3.2.1. Alimentos sin gluten.
 3.2.2. Alimentos con reducido contenido en ciertos aminoácidos o sin ellos.
 3.2.3. Alimentos con reducido contenido en calorías.
 3.2.4. Alimentos ricos en calorías.
 3.2.5. Alimentos con variaciones cualitativas en grasas, carbohidratos, proteínas, sales o iones.
 3.2.6. Alimentos hiposensibilizantes.
 3.2.7. Alimentos para diabéticos.

3.3. Alimentos especiales considerados tradicionalmente como específicos para regímenes dietéticos.

- 3.3.1. Levaduras.
 3.3.2. Germen de trigo.
 3.3.3. Polen, jales real.
 3.3.4. Alimentos de refinados (cereales y harinas integrales, azúcar moreno, etc.).
 3.3.5. Aceites y grasas con alto contenido en ácidos grasos esenciales.

3.4. Alimentos especiales administrados por medio de sonda.

Art. 4.º Alimentos para regímenes dietéticos y/o especiales enriquecidos:

Son aquellos alimentos definidos en el artículo 3.º, en los que la proporción de vitaminas, sustancias minerales, aminoácidos o ácidos grasos esenciales es superior a la del contenido natural medio de sus ingredientes por haber sido suplementados significativamente sin finalidad terapéutica.

Art. 5.º Definiciones complementarias.

5.1. Sustancia enriquecedora.

A efectos de esta Reglamentación se consideran sustancias enriquecedoras aquellas que, reuniendo las debidas condiciones de pureza, pueden añadirse intencionadamente a un alimento con el fin de elevar su nivel nutritivo. En base a las definiciones de los artículos 2.º y 4.º y a la clasificación de los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales contenida en el artículo 3.º, se consideran como sustancias enriquecedoras las vitaminas, las sustancias minerales, los aminoácidos y ácidos grasos esenciales, que podrán emplearse solos o combinadas, y aquellas otras que sean específicamente autorizadas por la Dirección General de Sanidad.

5.2. Lactante (niño de pecho).

A efectos de esta Reglamentación se entiende por niño lactante o de pecho aquel cuya edad es inferior a doce meses.

5.3. Postlactante.

A efectos de esta Reglamentación, se entiende por niño postlactante aquel que ha rebasado la época del destete.

5.4. Niño de corta edad.

A efectos de esta Reglamentación, se entiende por niño de corta edad aquel cuya edad está comprendida entre uno y tres años.

5.5. Caloría.

El término caloría se refiere a una kilocaloría o caloría grande (un kilojulio equivale a 0,239 kilocalorías).

5.6. Leches humanizadas (maternizadas).

Son aquellas cuya composición cualitativa y cuantitativa se ha aproximado significativamente a la leche de mujer. Por tanto, para que una leche pueda considerarse como humanizada (maternizada) debe haber sido «adaptada» a la leche de mujer, de acuerdo con las especificaciones marcadas en el artículo 15, tanto para la iniciación del recién nacido como en la alimentación de seguimiento.

TÍTULO SEGUNDO

Condiciones de las industrias, de los materiales y del personal

Art. 6.º Requisitos industriales

Las industrias de elaboración de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales cumplirán obligatoriamente las siguientes exigencias:

6.1. En cuanto a las instalaciones industriales, deberán cumplir los preceptos generales y específicos dictados para este tipo de industria por el Ministerio de Industria y/o cualquier otro Organismo de la Administración, en temas de sus respectivas competencias.

6.2. Todos los locales destinados a la elaboración, envasado y, en general, manipulación de materias primas, productos intermedios o finales estarán debidamente aislados de cualesquiera otros ajenos a fines alimentarios.

6.3. Les serán de aplicación los reglamentos vigentes de recipientes a presión electromecánicos para alta y baja presión y, en general, cualesquiera otros de carácter industrial que conforme a su naturaleza o a su fin corresponda.

6.4. Los recipientes, máquinas y tuberías de conducción destinados a estar en contacto con los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales, con sus materias primas o con los productos intermedios serán de materiales que no alteren las características de su contenido ni las de ellos mismos.

6.5. Deben poseer locales o emplazamientos reservados para:

- 6.5.1. El almacenamiento de envases y embalajes.
 6.5.2. La recepción y almacenamiento de materias primas.
 6.5.3. La elaboración, tratamiento, dosificación, llenado y envasado de los productos. En su caso dispondrá de un local o instalación para la refrigeración y/o congelación o ultracongelación de los productos.
 6.5.4. El almacenamiento de los productos terminados.
 6.5.5. El almacenamiento momentáneo de los recipientes que contengan desperdicios.

6.6. Las instalaciones de dosificación, llenado y envasado serán mecanizadas en todo lo posible y la industria dispondrá de un laboratorio dotado de los elementos suficientes para análisis físico, químico y microbiológico, tanto para comprobar calidades y características de las materias primas como de los productos en curso de elaboración y terminados.

Podrán contratarse estos servicios con laboratorios ajenos a la Empresa, con la obligación de que ésta mantenga durante dos años los resultados analíticos obtenidos a disposición de los Servicios de Inspección de la Dirección General de Sanidad u otros servicios oficiales de la Administración Central, los cuales podrán establecer, en cada caso, la periodicidad necesaria en su realización.

Art. 7.º Requisitos higiénico-sanitarios

De modo genérico, las industrias de fabricación de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales habrán de reunir las condiciones mínimas siguientes:

7.1. Los locales de fabricación, envasado y almacenamiento y sus anexos, en todo caso, deberán ser adecuados para el uso a que se destinen, con emplazamientos y orientaciones adecuados, accesos fáciles y amplios situados a conveniente distancia de cualquier causa de suciedad, contaminación o insalubridad y separados rigurosamente de viviendas o locales donde pernocte o haga sus comidas cualquier clase de personal.

7.2. En su construcción o reparación se emplearán materiales idóneos, y en ningún caso susceptibles de originar intoxicaciones o contaminaciones. Los pavimentos serán impermeables, resistentes lavables e ignífugos, dotándose de los sistemas de desagüe precisos.

7.3. Las paredes y los techos se construirán con materiales que permitan su conservación en adecuadas condiciones de limpieza y pintura, y en forma que las uniones entre ellos, así como de las paredes con los suelos no tengan ángulos ni aristas vivas. Esta última exigencia sólo será aplicable a las industrias y establecimientos de nueva instalación.

7.4. La ventilación e iluminación, naturales o artificiales, serán las reglamentarias y, en todo caso, apropiadas a la capacidad y volumen del local, según la finalidad a que se destinen.

7.5. Dispondrán en todo momento de agua corriente potable a presión, fría o caliente, en cantidad suficiente para la elaboración, manipulación y preparación de productos, así como para el aseo del personal. El lavado de instalaciones y utensilios industriales podrá realizarse con agua de otras características, pero potables desde el punto de vista microbiológico.

Podrá utilizarse agua de otras características en generadores de vapor, instalaciones industriales frigoríficas, bocas de incendio y servicios auxiliares, siempre que no exista conexión entre esta red y la del agua potable.

7.6. Habrán de tener servicios higiénicos y vestuarios en número y características acomodadas a lo que prevean, para cada caso, las autoridades competentes.

7.7. Todas las máquinas y demás elementos que estén en contacto con las materias primas o auxiliares, artículos en curso de elaboración, productos elaborados y envases serán de características tales que no puedan transmitir al producto

propiedades nocivas, y originar, en contacto con él, reacciones químicas perjudiciales. Iguales precauciones se tomarán en cuanto a los recipientes, elementos de transporte, envases provisionales y lugares de almacenamiento. Todos estos elementos estarán contruidos en forma tal que puedan mantenerse en perfectas condiciones de higiene y limpieza.

7.8. Todos los locales deben mantenerse en estado de gran pulcritud y limpieza, la que habrá de llevarse a cabo por los métodos más apropiados para no levantar polvo ni originar alteraciones o contaminaciones.

7.9. Contarán con servicios, defensas, utensilios e instalaciones adecuadas en su construcción y emplazamiento para garantizar la conservación de sus productos en óptimas condiciones de higiene y limpieza y no contaminación por la proximidad o contacto con cualquier clase de residuos o aguas residuales, humo, suciedad y materias extrañas, así como por la presencia de insectos, roedores u otros animales.

7.10. Deberán poder mantener las apropiadas condiciones ambientales de manera que los productos no sufran alteraciones o cambios en sus caracteres iniciales. Igualmente deberán permitir la protección de los productos contra la acción directa de la luz solar cuando ésta les sea perjudicial.

7.11. Permitirán la rotación de las existencias y remociones periódicas en función del tiempo de almacenamiento y condiciones de conservación que exija cada producto.

7.12. Cualesquiera otras condiciones técnicas, sanitarias, higiénicas y laborales establecidas o que se establezcan en sus respectivas esferas de competencia por los Organismos de la Administración Pública.

Art. 8.º Condiciones generales de los materiales.

Todo material que tenga contacto con los alimentos para regímenes dietéticos y/o especiales, en cualquier momento de su elaboración, distribución y consumo, mantendrá las debidas condiciones de conservación, higiene y limpieza y reunirá las condiciones siguientes, además de aquellas otras que específicamente se señalen en esta Reglamentación:

8.1. Estar fabricados con materias primas adecuadas y/o autorizadas para el fin a que se destinan.

8.2. No ceder sustancia tóxica contaminante y, en general, ajena a la composición normal de los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales o que, aun no siendo así, exceda del contenido autorizado en los mismos.

8.3. No alterar las características de composición ni los caracteres organolépticos de los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales.

Art. 9.º Condiciones del personal.

El personal que trabaje en tareas de manipulación, elaboración y envasado de los productos objeto de esta Reglamentación vestirá ropa adecuada y cumplirá con las normas higiénicas más estrictas.

La higiene de dicho personal será extremada y deberá cumplir las obligaciones generales, control de estado sanitario y aquellas otras que especifica el Código Alimentario Español en sus artículos 2.06.04, 2.06.05 y 2.06.06.

Todo productor aquejado de cualquier dolencia, padecimiento o enfermedad está obligado a poner el hecho en conocimiento de la dirección de la fábrica, quien, previo asesoramiento facultativo, determinará la procedencia o no de su continuación en el puesto de trabajo si éste implicara contagio para el producto elaborado o almacenado, dando cuenta del hecho a los Servicios de la Sanidad Nacional.

TITULO TERCERO

Registro sanitario

Art. 10. Identificación de la industria.

Sin perjuicio de la legislación industrial competente, los industriales que fabriquen o importen preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales deberán registrarlos, e igualmente, registrarán específicamente cada producto en la Dirección General de Sanidad, de acuerdo con lo establecido en el Decreto del Ministerio de la Gobernación número 799/1975, de 21 de marzo, por el que se establece la competencia en materia alimentaria de la Dirección General de Sanidad y disposiciones que lo complementan.

TITULO CUARTO

Características de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales

Art. 11. Los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales estarán elaborados con ingredientes sanos, adecuados y apropiados para el uso a que se destinan.

Las materias primas satisfarán las especificaciones de composición, calidad e higiene que establecen las Reglamentaciones correspondientes.

Los ingredientes cárnicos deberán proceder de animales en buenas condiciones sanitarias en el momento de su sacrificio y aptos para el consumo humano, en la forma determinada por las disposiciones en vigor. Deberán proceder siempre de industrias autorizadas por la Dirección General de Sanidad.

Los ingredientes a base de productos de la pesca y sus derivados serán productos de las especies comestibles y cumplirán las características establecidas en las Reglamentaciones correspondientes.

Los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales deberán elaborarse con extremo cuidado mediante prácticas correctas de fabricación.

Art. 12. Los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales deberán ajustarse a las siguientes normas microbiológicas:

- A: Productos que han de consumirse después de añadir un líquido.
 B: Productos que deben cocerse antes del consumo (*).
 C: Productos sometidos a esterilización técnica, industrial o comercial y comercializados en envases herméticos.
 D: Productos listos para su consumo, no comprendidos en A, B o C.

	A	B	D	C
Recuento de aerobios en placa (**).	Máximo 50.000/g.	Máximo 200.000/g.	Máximo 10.000/g.	1. Prueba de esterilidad. — Las muestras serán sometidas a pruebas de incubación. La mitad del lote de muestras a 30° C durante cuatro semanas y la otra mitad a 44° C durante diez días. En este último caso, de no haber abombamiento se someten las muestras de nuevo durante otros diez días a 55° C. Las muestras después de incubadas y enfriadas no presentarán modificaciones en su sabor y olor característicos.
Coliformes.	Ausencia en 0,01 gramos.	Ausencia en 0,001 gramos.	Ausencia en 0,1 gramos.	2. Estos productos habrán sufrido un tratamiento que garantice la inactivación de los esporos del «Cl. Botulinum».
Escherichia Coli.	Ausencia en 1 gramo.	Ausencia en 0,1 gramos.	Ausencia en 1 gramo.	
Salmonellas.	Ausencia en 30 gramos.	Ausencia en 30 gramos.	Ausencia en 30 gramos.	
Estafilococos ADNasa positiva.	Ausencia en 0,1 gramos.	Ausencia en 0,01 gramos.	Ausencia en 0,1 gramos.	
Levaduras y mohos (en alimentos a base de cereales).	Máximo 300/g.	Máximo 1.000/g.	Máximo 300/g.	

(*) Se entiende por cocer, el acto de calentar el producto a temperaturas de 100° C. o superiores, durante un periodo de tres minutos como mínimo.

(**) No es aplicable a los productos alimenticios obtenidos, en cualquier fase de su proceso, por bacterias que forman ácido láctico.

Art. 13. No obstante las características especiales señaladas en los artículos 11 y 12, todos los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales deberán ajustarse a las fórmulas específicas que la industria elaboradora debe registrar en la Dirección General de Sanidad, individualmente por producto, acompañadas de la documentación acreditativa de la composición, los fines que se proponen y las personas a que se destinan.

Art. 14. Características especiales de composición en los alimentos para niños lactantes o postlactantes.

14.1. Se prepararán con sustancias nutritivas que se utilicen, estén reconocidas o se usen comúnmente como alimentos o ingredientes alimentarios. Podrán emplearse en su elaboración únicamente los agentes aromáticos y aditivos que autorice expresamente la Dirección General de Sanidad para este tipo de productos.

14.2. Los alimentos a base de leche tendrán como componente fundamental la leche de vaca o de otras especies. Esta circunstancia deberá hacerse figurar en la relación cualitativa de los ingredientes que figuren en la rotulación o etiqueta.

14.3. Los alimentos de primera edad, o para lactantes, señalados en el apartado 2.1.1.1.1 se ajustarán a las siguientes especificaciones:

14.3.1. Contenido en proteínas.—Mínimo de 1,8 gramos por 100 calorías utilizables, de proteínas de calidad nutritiva equivalente a la de la caseína o una cantidad mayor de otras proteínas en proporción a su valor biológico.

La calidad de las proteínas no será inferior al 85 por 100 referida a la de la caseína.

La cantidad total de proteínas no excederá de cuatro gramos por cada 100 calorías utilizables.

En el caso de utilización de proteínas de otros orígenes distintos de los lácteos, esta circunstancia deberá indicarse en la relación cualitativa de ingredientes que figure en la rotulación o etiqueta.

14.3.2. En el caso de que se utilicen aminoácidos esenciales para mejorar la calidad de las proteínas éstos deberán ser formas «divoquiras».

14.3.3. Contenido en grasas y linoleato.—Contendrán ácido linoleico (en forma de glicéridos), en cantidad no inferior a 300 miligramos por cada 100 calorías utilizables.

La grasa total estará comprendida entre 3,3 y 8 gramos por cada 100 calorías utilizables. Cuando los productos contengan grasa total en cantidades inferiores a 3,3 gramos por 100 calorías utilizables, pero sin descender de 1,9 gramos, se denominarán «parcialmente desnatados».

14.3.4. No contendrán más de 80 miligramos de sodio por cada 100 calorías utilizables (2,8 miliequivalentes).

14.4. Los alimentos para postlactantes o de segunda edad, señalados en el epígrafe 2.1.1.2.2, se ajustarán a las siguientes especificaciones:

14.4.1. Contenido en proteínas.—Mínimo de 2,5 gramos por 100 calorías utilizables, con las mismas características citadas en el epígrafe 14.3.1 del punto anterior.

14.4.2. Contenido en grasas.—Mínimo de dos gramos por 100 calorías utilizables.

14.4.3. No contendrán más de 150 miligramos de sodio por cada 100 gramos de producto terminado.

14.5. Los alimentos a base de cereales que contengan cacao tendrán este ingrediente en cantidades no superiores a 5 por 100 m/m., pudiéndose dar estos productos a partir del año de edad.

No contendrán más de 100 miligramos de sodio por cada 100 gramos de producto terminado.

14.6. Los alimentos a base de cereales, hortalizas, carnes, pescados o mezclas de los mismos contendrán cantidades de sodio inferiores a 300 miligramos por 100 gramos de producto terminado.

Art. 15. Características de la leche humanizada (maternizada).

Además de las características señaladas en los puntos 14.3.1 a 14.3.4 del artículo anterior deberán presentar modificación de los cinco principios nutritivos siguientes:

Grasa: Elevación de la cantidad de ácidos grasos esenciales.
Proteínas: Hay que disminuir a la mitad de la cantidad equivalente de la leche de vaca y modificar la relación.

Caseína

proteínas séricas lactoalbúminas

para que se aproxime a la relación existente en la leche de mujer.

Lactosa: Será el único hidrato de carbono presente, aumentándolo según necesidades.

Sales minerales: Se rebajará su contenido, al menos a la mitad del equivalente de la leche de vaca y se regularán los equilibrios de

calcio	potasio
_____	_____
fósforo	sodio

Vitaminas: Adición suficiente para cubrir las necesidades diarias.

TITULO QUINTO

Alimentos para regímenes nutricionales específicos

Art. 16. Alimentos con reducido contenido en sodio.

Para que un alimento sea considerado de reducido contenido en sodio deberá contener, como máximo 120 miligramos de Na por 100 gramos de producto terminado, y como muy pobre en sodio, 40 miligramos de Na por 100 gramos de producto terminado.

Art. 17. Alimentos «al gluten» o «glutinados».

Estos alimentos, incluidos en el apartado 2.2.b, deberán poseer las siguientes características:

Los denominados «al gluten» serán los elaborados con harinas de trigo a los que se les ha incorporado «gluten» en proporción no inferior al 30 por 100 de gluten seco. Si la cantidad de gluten añadida fuera superior al 30 por 100 e inferior al 70 por 100, los productos deberán denominarse «glutinados».

Art. 18. Alimentos para diabéticos.

En el caso de alimentos utilizados para el consumo por diabéticos, habrán de cumplir las siguientes exigencias:

1. Limitación del contenido en glúcidos.

1.1. En el caso del pan, productos de panadería, bollería, pastas alimenticias, mezclas de harinas ya preparadas y otros productos farináceos.....

Reducción en un 23 por 100 m/m. como mínimo en comparación con los alimentos corrientes, expresado en s. s.

1.2. Mermoladas, compotas, dulces, jaleas, néctares, zumos de frutas y otras conservas de frutas.....

Contener menos de un 8 por 100 m/m. de azúcares que no figuren entre los indicados en el punto 2.2 de este artículo, en el producto listo para el consumo.

1.3. Otros alimentos.....

Reducción en un 50 por 100 m/m. como mínimo, en comparación con los alimentos corrientes, expresado en sustancia seca.

2. Adición de azúcares y edulcorantes.

2.1. No se permite la adición de glucosa, azucar invertido, sacarosa, otros disacáridos e hidrolizados de almidones («jarrahes de glucosa»).

2.2. Como edulcorantes naturales sustitutivos del azúcar pueden emplearse la fructosa, el sorbitol, el manitol y el xilitol, y en el caso de los artificiales, la sacarina y el ciclamato y sus sales sódicas, potásicas y cálcicas. Cuando contengan sorbitol, la proporción del mismo en el producto será tal que su consumo no suponga una ingestión diaria superior a 40 gramos.

3. Contenido de grasas.

El contenido de calorías de origen graso en estos alimentos no debe exceder del de los alimentos ordinarios comparables.

TITULO SEXTO

Envasado y rotulación

Art. 19. Envasado.

Los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales se expendrán debidamente envasados y rotulados o etiquetados.

Los envases o embalajes podrán ser de hojalata, vidrio, cerámica, papel o material macromolecular, así como cualquier otro material que previamente haya sido autorizado por la Dirección General de Sanidad.

Queda prohibida la venta a granel o el fraccionamiento de los productos envasados.

En consideración al envasado mecánico, se admita una tolerancia sobre el peso neto consignado en el mismo de ± 3 por 100, para los envases de peso neto superior a 100 gramos, y de ± 5 por 100, para envases de 100 gramos o pesos inferiores, sobre muestra representativa.

Art. 20. Rotulación y etiquetado.

En los envases de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales será de aplicación lo establecido en el Decreto 336/1975, de 7 de marzo, por el que se aprueba la norma general de rotulación, etiquetado y publicidad de los alimentos envasados y embalados.

En lo referente al etiquetado obligatorio y específico, se hará constar en idioma español:

1. Marca registrada, o nombre, o razón social y domicilio.
2. Las expresiones genéricas «Producto de régimen», «diético» o «enriquecido», según los casos.

3. Las denominaciones genéricas anteriores podrán sustituirse por las denominaciones específicas de los productos, de acuerdo con lo establecido en los artículos 2.º y 4.º de esta Reglamentación.

4. Relación cualitativa de los ingredientes en orden de creciente de concentración. Podrán expresarse individualmente o por grupos genéricos.

5. Relación centesimal de principios inmediatos y valor energético expresado en calorías, así como proporciones de aminoácidos y cationes en aquellos casos en que su indicación se considere necesaria a juicio de la Dirección General de Sanidad.

6. Cuando el producto esté enriquecido con una determinada sustancia, deberá hacerse figurar en la etiqueta la cantidad total de la misma en el producto.

No podrá hacerse ninguna referencia al contenido de vitaminas, sales minerales o sustancias enriquecedoras de otro tipo si no han sido añadidas específicamente, ni aunque éstas lo fueran en sustitución de las destruidas durante el proceso de preparación.

7. Fin dietético al que se destina.

8. Números de registro sanitario de la industria y del registro sanitario específico del producto.

9. Peso neto.

10. El trimestre y año de fabricación y el código de identificación del lote. El trimestre se indicará con el número correspondiente del 1 al 4, seguido de la expresión «TR», a la que acompañarán las dos últimas cifras del año de fabricación.

La Dirección General de Sanidad podrá exigir, en casos específicos, la inclusión en la etiqueta de la fecha de caducidad.

11. En los productos de importación se indicará el país de origen y el punto 1 se referirá al importador.

12. En aquellos productos que necesitan la acción del frío para su conservación, deberá indicarse esta circunstancia adecuadamente.

13. Instrucciones para la conservación, preparación y consumo. Si fuera necesario deberá añadirse un folleto ampliando las explicaciones sobre los fines, composición, dosificación, análisis y cuantos datos puedan ser de interés para el consumidor.

14. Se prohíben las denominaciones «Recomendada por la clase médica», «Medicina», «Saludable», «Rejuvenecedor», «Adelgazante», «Sustitutivo de la lactancia materna» y otras que puedan inducir a error.

15. Dadas las especiales características de estos productos y su destino, la comercialización y publicidad de los mismos no podrá fomentarse con procedimientos que no tengan relación con su composición y utilidad dietética, ni con descuentos sobre los precios marcados, ni concesiones ni bonificaciones de ningún tipo. En ningún caso podrá desvalorizarse la lactancia materna.

TÍTULO SEPTIMO

Almacenamiento y transporte

Art. 21. Almacenamiento.

Los almacenes para los productos reseñados en esta Reglamentación deberán ser amplios, limpios y sin olores extraños, y estar libres de insectos, roedores y otros animales.

Cumplirán las condiciones generales descritas en los artículos 2.06.01 y 2.06.02 del Código Alimentario Español, así como los 2.06.03 y 2.06.04, relativos a temperaturas, humedades y demás condiciones físicas que deben tener los almacenes.

Art. 22. Transporte.

El transporte de los productos reseñados en esta Reglamentación cumplirá las condiciones descritas en los artículos 2.06.05 y 2.06.06 del Código Alimentario Español.

Asimismo, tanto en lo relativo a almacenamiento como a transporte, se cumplirán los artículos 2.06.07 y 2.06.08, relativos a desinfección y prohibiciones del Código Alimentario Español.

TÍTULO OCTAVO

Exportación e importación

Art. 23. Exportación.

Los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales destinados a la exportación podrán ajustarse a las disposiciones reglamentarias exigidas por el país de destino.

Cuando estas disposiciones no aseguren el cumplimiento de las condiciones que fija esta Reglamentación, los preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales no podrán comercializarse en España, sin previa autorización del Ministerio de Comercio, y previo informe de la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria.

El Ministerio de Comercio decidirá, a la vista de la correspondiente licencia de exportación.

En el momento de su distribución deberán responder a las condiciones fijadas en esta Reglamentación, y los embalajes o envases, según los casos, llevarán impresa la palabra «EXPORT» junto con aquellas inscripciones que, fijadas por el Ministerio de Comercio, previo informe de la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria, aclaren al consumidor la diferencia existente entre el producto contenido en el envase y los similares que cumplen las condiciones de esta Reglamentación.

Art. 24. Importación.

Los productos regulados por esta Reglamentación producidos en el extranjero para su consumo en nuestro país deberán adaptarse estrictamente, para su distribución en él, a todas las disposiciones establecidas por esta Reglamentación, salvo lo dispuesto en los tratados o convenios internacionales o las excepciones que pueda autorizar la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria.

TÍTULO NOVENO

Responsabilidades y competencia

Art. 25. Responsabilidades.

1. La responsabilidad inherente a la identidad del producto contenido en envases no abiertos, íntegros, corresponde al fabricante o elaborador del mismo, o importador, en su caso.

2. La responsabilidad inherente a la identidad del producto contenido en envases abiertos corresponde al tenedor.

3. La responsabilidad inherente a la mala conservación del producto contenido en envases, abiertos o no, corresponde al tenedor del producto.

Art. 26. Competencias.

Los Ministerios de la Gobernación (Dirección General de Sanidad), Industria y Comercio, en la esfera de sus respectivas competencias vigilarán el cumplimiento de lo anteriormente expuesto en esta Reglamentación.

Art. 27. La Dirección General de Sanidad podrá cancelar o anular la autorización sanitaria concedida a determinados preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales cuando conveniencias de la salud pública, informaciones técnicas documentadas o nuevos conocimientos de la ciencia y la tecnología así lo aconsejen.

La Dirección General de Sanidad será el único Organismo competente para establecer la conveniencia del enriquecimiento de los alimentos a efectos de comercialización en razón a los razonamientos nutritivos que lo justifiquen y del uso del término «enriquecido», en este caso.

Art. 28. A la Organización Sindical se le encomienda una función de información, trámite y asesoramiento acerca de las «Industria» que regula esta Reglamentación y asimismo de los Organismos de la Administración que deban, por su función, relacionarse con estas actividades.

La función de trámite tendrá una actividad fundamental coordinadora en lo referente al Registro Sanitario, y la Organización Sindical procederá a la extensión de tarjetas acreditativas con periodicidad anual, a efectos de regulación de censos.

TITULO DECIMO

Distribución y venta

Art. 29. Distribución y venta.

Los productos incluidos en la presente Reglamentación serán distribuidos y comercializados a través de los canales de la alimentación, de los establecimientos especializados en alimentos de régimen y/o en sus oficinas de farmacia.

No obstante, se expendirán exclusivamente en oficinas de farmacia los siguientes:

1. Los elaborados a base de leche, productos lácteos y componentes de la leche, incluidos en el apartado 1.1.1.1.
2. Los de reducido contenido en aminoácidos o sin ellos.
3. Los destinados a niños con alteraciones metabólicas, como las intolerancias a la leche, a la galactosa, a la fructosa, a la lactosa y a los azúcares en general por transferencia intestinal activa.
4. Los destinados a los regímenes para la fenilcetonuria.
5. Los destinados a la llamada enfermedad celíaca.
6. Los destinados a administración por medio de sonda.

En los aspectos técnicos y económicos relacionados con la distribución y comercialización de los productos citados en los puntos 1 a 6, ambos inclusive, de este artículo, será preceptivo el informe de la Dirección General de Sanidad, sin perjuicio de la competencia del Ministerio de Comercio en esta materia.

Art. 30. La Dirección General de Sanidad establecerá las condiciones higiénico-sanitarias que deben reunir los establecimientos del ramo de la alimentación o los especializados en alimentos de régimen, de acuerdo con la correcta conservación y venta al detall de los productos objeto de esta Reglamentación.

23963 REAL DECRETO 3088/1978 de 16 de octubre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre el uso de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios.

El uso creciente de los materiales poliméricos en el envasado y distribución de productos alimenticios constituyen un fenómeno de nuestro tiempo de marcada incidencia social, que reclama la atención de la Administración; por ello se considera necesario establecer criterios de control sanitario con el fin de:

Evitar, en cualquier caso, el uso indebido de materiales que, por no ser idóneos frente a un determinado alimento, pudieran ser causa más o menos próxima de alteraciones del mismo.

Adoptar gradualmente aquellos procedimientos técnicos más modernos y eficaces para el control sanitario de los envases, incorporando al quehacer jurídico aquellas normativas y conocimientos técnicos que permitan agilizar los expedientes y ensayos vinculados a una autorización sanitaria de uso.

Disponer gradualmente de un cuerpo de disposiciones que, sin descuidar la evolución tecnológica y sanitaria y la experiencia de otros países, nos coloque en consonancia con las líneas previsibles de una legislación europea, con objeto de proteger debidamente al consumidor.

Desarrollar los puntos tres, cinco y seis del artículo dos punto cero cuatro punto cero dos del capítulo IV del Código Alimentario Español.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de la Gobernación, Agricultura, Industria y Comercio, oída la Organización Sindical, de acuerdo con el informe favorable de la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria, previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día quince de octubre de mil novecientos setenta y seis,

DISPONGO:

Artículo único.—Se aprueba la adjunta Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre el uso de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios.

DISPOSICION FINAL

Esta Reglamentación entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.—Se establece el plazo de un año, a contar desde la fecha de publicación del presente Real Decreto, para que los fabricantes, transformadores y manipuladores de material polimérico en contacto con los alimentos, legalmente autorizados, lleven a cabo las necesarias reformas y adaptaciones de sus industrias conforme a las disposiciones de esta Reglamentación.

Segunda.—A contar desde la fecha de publicación del presente Real Decreto se permitirá, durante un período no superior a un año, que los industriales que estén dedicados a la fabricación, transformación o manipulación de material polimérico puedan seguir utilizando las existencias en almacén o contratas de las etiquetas, envoltorios y envases rotulados que no se ajusten a lo exigido en esta Reglamentación.

Después de la publicación del presente Real Decreto, todo encargo de etiquetas, envoltorios o envases se ajustará a lo dispuesto en el texto de la presente Reglamentación, siendo considerada esta infracción como falta grave.

Dado en Madrid a dieciséis de octubre de mil novecientos setenta y seis.

JUAN CARLOS

El Ministro de la Presidencia del Gobierno,
ALFONSO OSORIO GARCIA.

REGLAMENTACION TECNICO-SANITARIA SOBRE EL USO DE MATERIALES POLIMERICOS EN RELACION CON LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y ALIMENTARIOS

TITULO PRELIMINAR

Ámbito de aplicación

Artículo 1.º La presente Reglamentación tiene por objeto definir, a efectos legales, lo que se entiende por materiales poliméricos, en relación con los productos alimenticios y alimentarios y fijar, con carácter obligatorio, las normas de utilización y comercialización y, en general, la ordenación jurídica de tales productos. Será de aplicación asimismo a los productos importados.

Esta Reglamentación obliga a todos los fabricantes, transformadores y comerciantes de materiales poliméricos para uso en alimentación y, en su caso, a los importadores.

Se consideran fabricantes, transformadores y comerciantes de materiales poliméricos aquellos personas, naturales o jurídicas, que, en uso de las autorizaciones concedidas por los Organismos oficiales competentes, dediquen su actividad a la obtención, transformación o manipulación de los productos definidos en los artículos 2.º al 4.º.

TITULO PRIMERO

Definiciones y clasificaciones

Art. 2.º Materiales poliméricos.

Se denominan materiales poliméricos, a efectos de esta Reglamentación, los ésteres y éteres de la celulosa y los productos elaborados total o parcialmente por compuestos macromoleculares de síntesis.

Art. 3.º Clasificación.

Entre los materiales poliméricos se utilizan fundamentalmente los siguientes:

3.1. Ésteres y éteres de la celulosa.—Plásticos basados en polímeros en los que las unidades estructurales que se repiten son éteres o ésteres de la celulosa.

3.2. Compuestos macromoleculares de síntesis utilizados en la elaboración de materiales que van a tener relación con los productos alimenticios o alimentarios, como tales, o sus merchas o copolímeros.

3.2.1. Polietileno de baja densidad (LDPE). Plásticos constituidos por polímeros de etileno o copolímeros de etileno con otros monómeros, siendo el etileno el principal componente y cuya densidad es inferior a 0,930 g/ml.

3.2.2. Polietileno de media densidad (MDPE). Plásticos constituidos por polímeros de etileno o copolímeros de etileno con

ANEXO A3: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA. CONSERVAS VEGETALES. MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS. INEN 419.

**CUADRO No. 1
MATERIAS VEGETALES EXTRAÑAS INOCUAS**

MERMELADA DE MORA	pedúnculos	receptáculos	sepalos	Otras materias vegetales extrañas	
	en 3 000 g	en 3 000 g	en 3 000 g	en 3 000 g	
	2	2	2	2	
MERMELADA DE FRUTILLA	pedúnculos	receptáculos	sepalos	Otras mater. vegetales extrañ.	Frutas dañadas
	en 1 000 g	en 3 000 g	en 3 000 g	en 3 000 g	en 500 g
	3	2	12	2	8
MERMELADA DE PIÑA	cáscara y ojos	Fruta dañada o manchada	semillas		
	en 500 g	en 250 g	en 250 g		
	4	4	6		
MERMELADA DE NARANJA	semillas	cáscara manchada	otras materias veget. extrañ.		
	en 500 g	en 500 g	en 3 000 g		
	1	4	1		
MERMELADA DE DURAZNO	fragmentos de carozo, pieles o cáscara	fruta dañada	otras materias veget. extrañ.		
	en 500 g	en 500 g	en 500 g	en 1 000 g	
	2	3	4		
MERMELADA DE GUAYABA	semilla	hojas	otras materias vegetales extrañas		
	en 500 g	en 500 g	en 500 g		
	5	2	1		
MERMELADA DE MEMBRILLO	pedúnculos	hojas	semillas	otras materias vegetales extrañas	
	en 1 000 g	en 1 000 g	en 1 000 g	en 1 000 g	
	2	3	2	2	

TABLA 1. Requisitos de la mermelada de frutas

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	MIN.	MAX.	METODO DE ENSAY.
sólidos solubles (a 20°C)	°/o m/m	65	—	INEN 380
pH		2,8	3,5	INEN 389
Acido ascórbico	mg/kg	—	500	INEN 384
Dióxido de azufre	mg/kg	—	100	INEN 383
Benzoato sódico, sorbato potásico, solo o combinados	mg/kg	—	1 000	INEN 385
Mohos	°/o campos	—	30	INEN 386
Cenizas	°/o m/m	—	—	INEN 401

* Hasta que se elaboren las normas INEN correspondientes, se aplicarán las normas internacionales que recomienda la autoridad competente.

** Ver Apéndice Y.

(Continúa)

ANEXO A4: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS. INEN 2337.

NTE INEN 2 337

2008-12

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{*)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca L.</i>	11,5
Arándano (mirtilo)	<i>Vaccinium myrtillus L.</i> <i>Vaccinium corymbosum L.</i> <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona Heilb</i>	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borjoe spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica L.</i>	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera L.</i>	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera L.</i>	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica L.</i>	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus L.</i>	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis L.</i>	11,0
Guanábana	<i>Anona muricata L.</i>	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava L.</i>	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon L.</i>	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica L.</i>	11,0
Manzana	<i>Malus domestica Borkh</i>	6,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis Sims</i>	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale L.</i>	11,5
Melón	<i>Cucumis melo L.</i>	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis L.</i>	10,0
Piña	<i>Ananas comosus L.</i>	10,0
Sandía	<i>Citrullus lanatus Thunb</i>	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica L.</i>	16,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum L.</i>	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

^{*)} En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

ANEXO B 1: FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha :

PARÁMETRO	PUNTAJE REFERENCIAL					PUNTAJE CATADOR							
	5	4	3	2	1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
A. Aspecto													
Color	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo								
B. Olor													
Aroma	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo								
C. Textura													
Consistencia	Adecuada	Aceptable	Buena	Blando Duro	Muy Blando Muy Duro								
Untabilidad	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo								
D. Al paladar													
Sabor	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo								
Grado de dulzura	Adecuado	Aceptable	Poco Dulce	Regular	Muy Dulce								
Acidez	Adecuada	Aceptable	Poco Ácida	Regular	Muy Ácida								

Observaciones:

Firma del catador (a)

Gracias por su colaboración

ANEXO B 2: MÉTODO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

Objetivo

Calificar de manera cuantitativa las diferentes características de las muestras de la mermelada apta para diabéticos, tanto en aspecto, en olor, textura, y al paladar. Para de esta manera determinar la formulación más idónea, utilizando los siguientes sentidos: Vista, olfato, tacto y gusto.

Fundamento

Los seres humanos, a través de sus sentidos, somos capaces de calificar de la mejor manera las diferentes características que definen la calidad de un alimento, en este caso la mermelada.

Alcance

Este método se aplica en forma generalizada para calificar cuantitativamente la calidad total de los diferentes tipos de mermelada y en general de la mayoría de productos alimenticios.

Definiciones

Todas las definiciones de los términos según la Real Academia de la Lengua, que se utilizarán para el desarrollo del método, se explican a continuación:

- **Color** : Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.
- **Aroma**: Olor muy agradable.
- **Consistencia**: Una propiedad relacionada con la rigidez de los cuerpos.

- **Untabilidad:** Aplicar y extender superficialmente una sustancia sobre algo.
- **Sabor:** Sensación que ciertos cuerpos producen en el órgano del gusto.
- **Grado de dulzura:** Cualidad de dulzor del producto.
- **Acidez:** Cualidad de ácido del producto.

Materiales

Las muestras de mermeladas y los formularios de evaluación sensorial a ser llenados por los catadores.

Procedimiento

Primero se capacitará rápidamente a los panelistas, para que sepan cómo llenar adecuadamente el formulario de evaluación sensorial que se proporcionará.

Con una muestra de mermelada apta para diabéticos de aproximadamente 30 g, el catador debe realizar primero una inspección visual de su aspecto, y luego percibir su aroma, calificando al producto según su interpretación.

Con la misma muestra de mermelada, el panelista tomará una parte de la muestra con ayuda de una cuchara pequeña, y con su visión y tacto, determinará su consistencia y evaluará el producto. Luego tomará otra parte de la muestra de mermelada y procederá a untar sobre una galleta, para determinar su untabilidad.

A continuación se procederá a degustar la mermelada desplazándole con la lengua en la boca, para captar tanto el sabor, el grado de dulzura y acidez. Luego procederá a calificar las características respectivas en el formulario.

ANEXO B3: SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE DEGUSTACIÓN ORGANOLÉPTICA.

SOLICITUD

Ibarra, a 07 de noviembre de 2011

Dra.
Yolanda Checa
DIRECTORA DEL HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL
Ibarra

Los testistas Andrés Anrrango y Amanda Burbano, le extendemos un cordial y afectuoso saludo.

Con motivo de solicitar, se nos permita realizar degustación organoléptica con 10 pacientes pertenecientes al Club de Diabéticos del Hospital San Vicente de Paúl; ya que esta actividad, es necesaria para facilitar la culminación del proyecto de tesis de pregrado titulada: **ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.)**, misma que es requisito fundamental para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Por la atención prestada a la presente, le anticipamos nuestros más sinceros agradecimientos.

Cordialmente:


.....
Srta. Amanda Burbano
C.I.: 040161400-3


.....
Sr. Andrés Anrrango
C.I.: 100321036-4



ANEXO B4: CERTIFICADO DE DEGUSTACIÓN.



Ministerio de Salud Pública
Hospital San Vicente de Paúl

DE: TRABAJO SOCIAL

PARA: Ing. Ángel Satama Tene
DIRECTOR DE TESIS

ASUNTO: CERTIFICADO DE DEGUSTACION

FECHA: 2011-11-09

Por el presente certifico que el señor Andrés Anrrango y la Señorita Amanda Burbano acudieron al Hospital "San Vicente Paúl" en calidad de Conferencistas para realizar la degustación de mermelada apta para personas diabéticas utilizando mezcla de Penca de Nopal y Fresa, esta actividad lo realizaron a un grupo de 100 pacientes con Diabetes y la muestra fue a un número de 15 pacientes voluntarios.

Es importante recalcar que estas actividades son un aporte muy valioso para la salud nutricional de este grupo vulnerable.


Lda. Magdalena Miranda B.
LIDER DE TRABAJO SOCIAL



ANEXO B5: MUESTRA DE FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha : *9 de noviembre de 2011*

PARÁMETRO	PUNTAJE REFERENCIAL					PUNTAJE CATADOR							
	5	4	3	2	1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
A. Aspecto													
Color	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	4	4	4	4	5	4	4	5
B. Olor													
Aroma	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	4	5	4	5	4	5	5	4
C. Textura													
Consistencia	Adecuada	Aceptable	Buena	Blando Duro	Muy Blando Muy Duro	4	5	4	4	5	5	4	4
Untabilidad	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	4	4	4	4	5	5	5	4
D. Al paladar													
Sabor	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	4	5	5	5	4	4	5	4
Grado de dulzura	Adecuado	Aceptable	Poco Dulce	Regular	Muy Dulce	4	5	4	4	4	4	4	3
Acidez	Adecuada	Aceptable	Poco Ácida	Regular	Muy Ácida	4	5	5	3	5	4	3	3

Observaciones:

Luisma de Ceballos
Firma del catador (a)

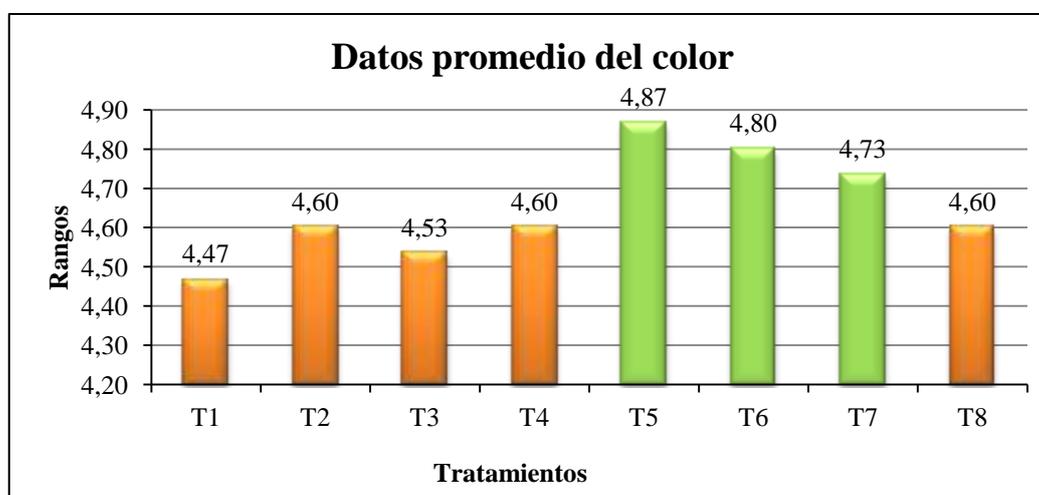
Gracias por su colaboración

ANEXO B6: MÉTODO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

Cuadro 72: Rangos para el color de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	5	5	5	5	4	39
P2	3	4	4	4	4	4	5	3	31
P3	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P4	4	4	5	4	5	5	3	5	35
P5	4	4	4	4	5	4	4	5	34
P6	5	4	5	4	4	4	4	4	34
P7	5	4	5	4	5	5	5	5	38
P8	5	5	5	5	5	5	5	3	38
P9	5	4	4	4	5	5	5	5	37
P10	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P11	5	5	3	5	5	5	5	5	38
P12	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P13	3	5	3	5	5	5	5	5	36
P14	3	5	5	5	5	5	5	5	38
P15	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Σ	67	69	68	69	73	72	71	69	558
Σ R ²	4489,00	4761,00	4624,00	4761,00	5329,00	5184,00	5041,00	4761,00	38950,00
\bar{i}	4,47	4,60	4,53	4,60	4,87	4,80	4,73	4,60	4,65

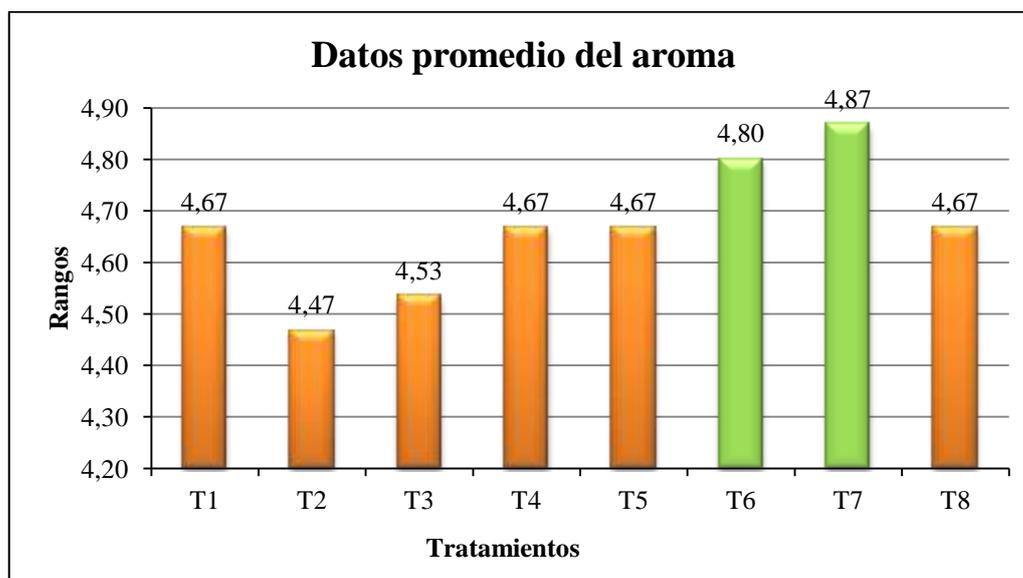
Gráfico 33: Promedio de datos para la variable color de la mermelada



Cuadro 73: Rangos para el aroma de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P2	4	4	4	4	4	4	5	4	33
P3	4	5	5	5	5	5	5	5	39
P4	5	4	5	4	4	5	4	5	36
P5	4	5	4	5	4	5	5	4	36
P6	4	4	4	4	4	4	4	4	32
P7	5	4	5	4	5	5	5	5	38
P8	5	5	5	5	5	5	5	3	38
P9	5	2	5	4	5	5	5	5	36
P10	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P11	5	5	3	5	5	4	5	5	37
P12	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P13	5	5	3	5	5	5	5	5	38
P14	4	5	5	5	4	5	5	5	38
P15	5	4	5	5	5	5	5	5	39
Σ	70	67	68	70	70	72	73	70	560
Σ R ²	4900,00	4489,00	4624,00	4900,00	4900,00	5184,00	5329,00	4900,00	39226,00
\bar{i}	4,67	4,47	4,53	4,67	4,67	4,80	4,87	4,67	4,67

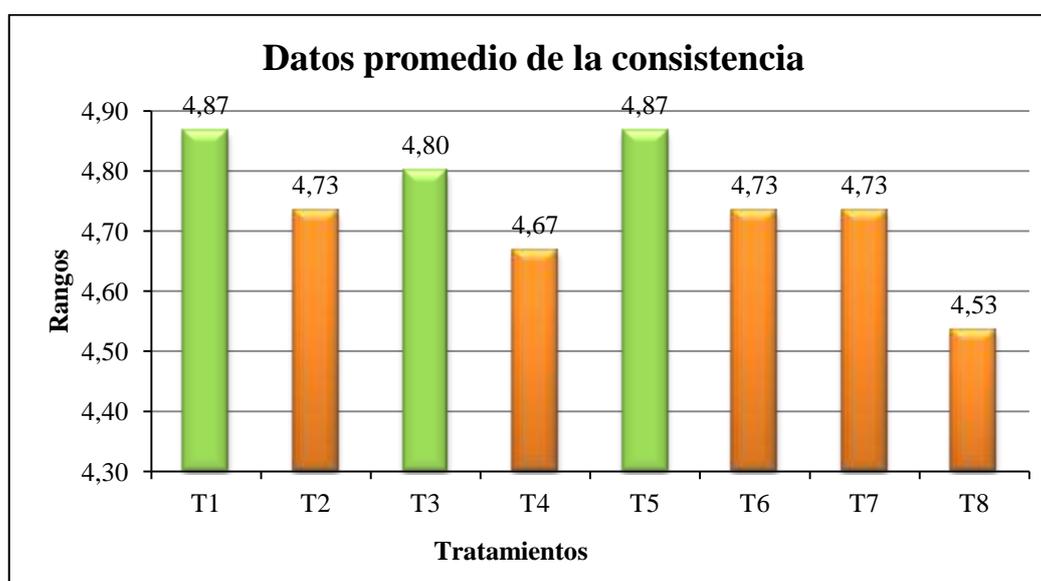
Gráfico 34: Promedio de datos para la variable aroma de la mermelada



Cuadro 74: Rangos para la consistencia de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	5	5	5	5	3	38
P2	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P3	5	5	5	4	5	4	5	4	37
P4	4	5	5	5	4	4	3	5	35
P5	4	5	4	4	5	5	4	4	35
P6	5	4	4	4	4	4	4	4	33
P7	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P8	5	5	5	5	5	5	5	3	38
P9	5	5	4	4	5	5	5	5	38
P10	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P11	5	4	5	5	5	5	5	5	39
P12	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P13	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P14	5	5	5	5	5	4	5	5	39
P15	5	3	5	4	5	5	5	5	37
Σ	73	71	72	70	73	71	71	68	569
Σ R ²	5329,00	5041,00	5184,00	4900,00	5329,00	5041,00	5041,00	4624,00	40489,00
\bar{i}	4,87	4,73	4,80	4,67	4,87	4,73	4,73	4,53	4,74

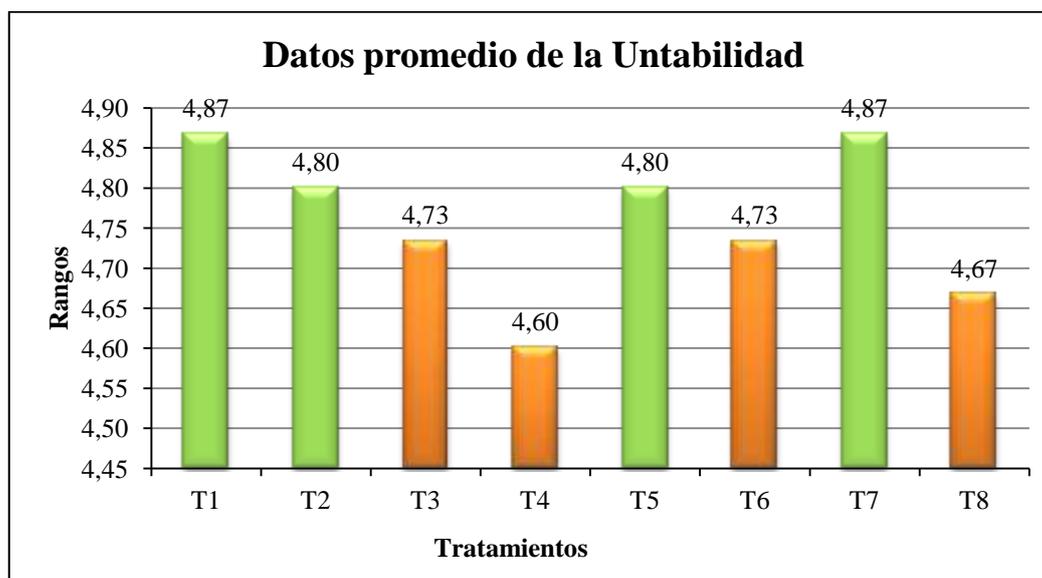
Gráfico 35: Promedio de datos para la variable consistencia de la mermelada



Cuadro 75: Rangos para la untabilidad de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	4	5	5	5	5	39
P2	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P3	5	5	5	4	5	4	5	4	37
P4	4	5	4	4	4	4	4	5	34
P5	4	4	4	4	5	5	5	4	35
P6	5	4	4	4	4	4	4	4	33
P7	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P8	5	5	5	5	5	5	5	3	38
P9	5	5	4	4	5	5	5	5	38
P10	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P11	5	5	5	5	5	4	5	5	39
P12	5	5	5	5	4	5	5	5	39
P13	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P14	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P15	5	4	5	5	5	5	5	5	39
Σ	73	72	71	69	72	71	73	70	571
Σ R ²	5329,00	5184,00	5041,00	4761,00	5184,00	5041,00	5329,00	4900,00	40769,00
\bar{i}	4,87	4,80	4,73	4,60	4,80	4,73	4,87	4,67	4,76

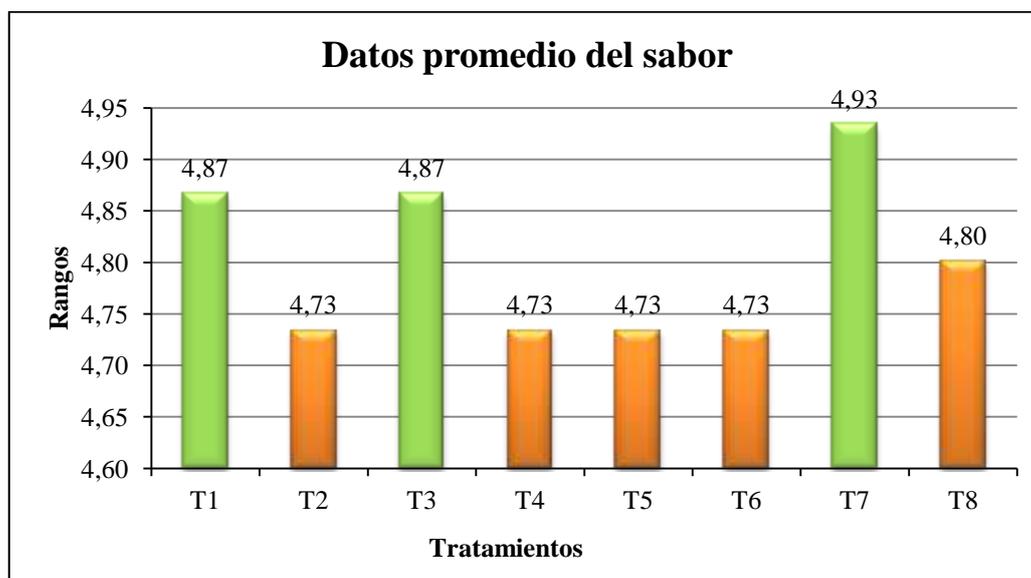
Gráfico 36: Promedio de datos para la variable untabilidad de la mermelada



Cuadro 76: Rangos para el sabor de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P2	4	5	5	4	4	4	5	5	36
P3	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P4	5	5	5	5	5	5	4	5	39
P5	4	5	5	5	4	4	5	4	36
P6	5	4	4	4	4	4	5	4	34
P7	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P8	5	5	5	5	5	5	5	4	39
P9	5	3	4	4	5	5	5	5	36
P10	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P11	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P12	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P13	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P14	5	5	5	4	4	4	5	5	37
P15	5	4	5	5	5	5	5	5	39
Σ	73	71	73	71	71	71	74	72	576
Σ R ²	5329,00	5041,00	5329,00	5041,00	5041,00	5041,00	5476,00	5184,00	41482,00
\bar{i}	4,87	4,73	4,87	4,73	4,73	4,73	4,93	4,80	4,80

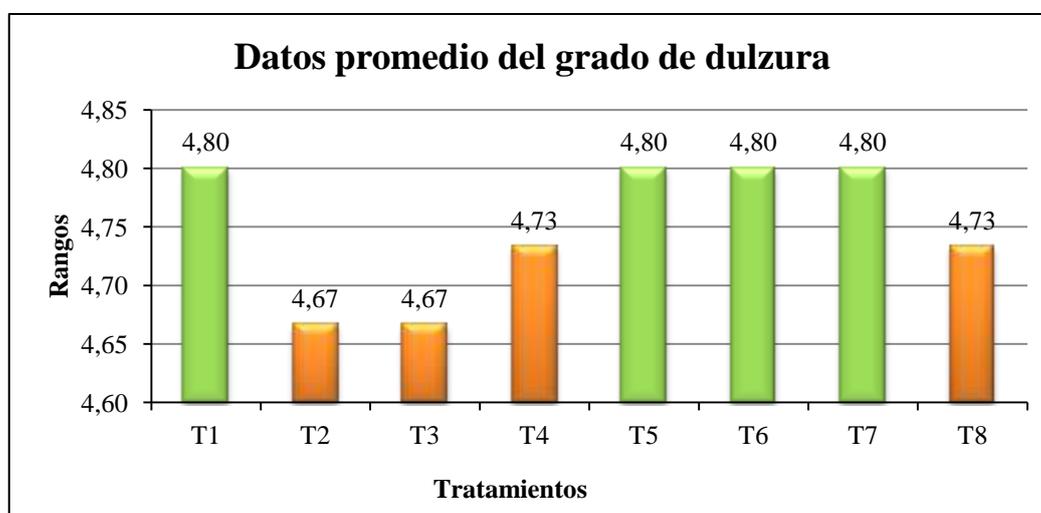
Gráfico 37: Promedio de datos para la variable sabor de la mermelada



Cuadro 77: Rangos para el grado de dulzura de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P2	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P3	5	4	4	5	5	5	5	5	38
P4	5	5	5	5	5	4	5	5	39
P5	4	5	4	4	4	4	4	3	32
P6	5	4	4	4	4	4	4	4	33
P7	4	4	5	5	5	5	5	5	38
P8	5	5	5	5	5	5	5	4	39
P9	5	5	4	4	5	5	5	5	38
P10	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P11	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P12	5	4	4	5	4	5	5	5	37
P13	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P14	5	5	5	4	5	5	5	5	39
P15	4	4	5	5	5	5	4	5	37
Σ	72	70	70	71	72	72	72	71	570
Σ R ²	5184,00	4900,00	4900,00	5041,00	5184,00	5184,00	5184,00	5041,00	40618,00
\bar{i}	4,80	4,67	4,67	4,73	4,80	4,80	4,80	4,73	4,75

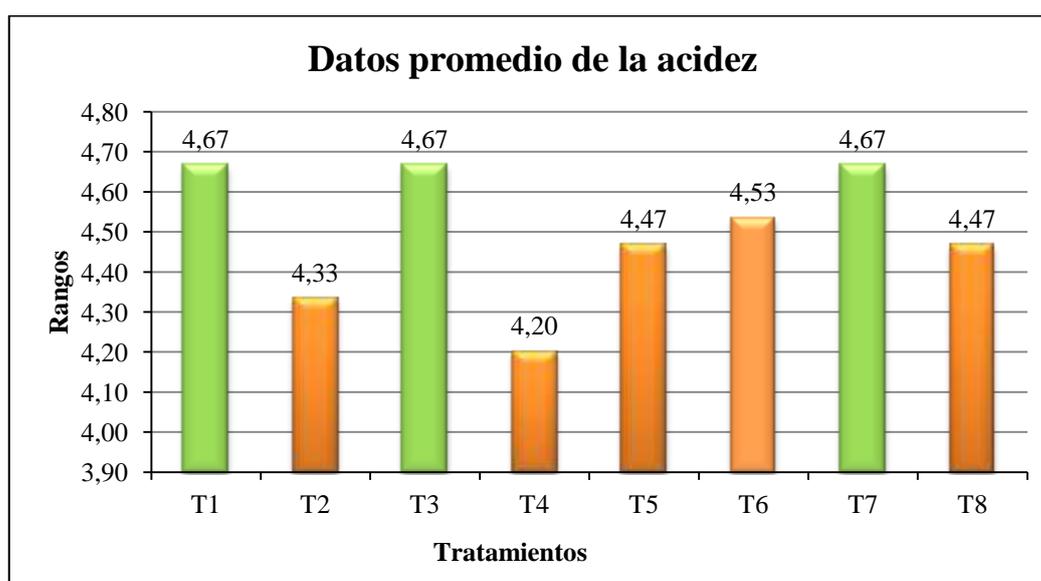
Gráfico 38: Promedio de datos para la variable grado de dulzura de la mermelada



Cuadro 78: Rangos para la acidez de la mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

Catador	TRATAMIENTOS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
P1	5	5	5	5	5	5	5	5	40
P2	4	4	4	4	5	4	5	4	34
P3	5	4	5	5	5	5	5	5	39
P4	4	4	5	4	5	5	4	5	36
P5	4	5	5	3	5	4	3	3	32
P6	5	5	4	4	4	4	4	3	33
P7	5	4	5	4	5	5	5	5	38
P8	5	5	5	5	5	5	5	3	38
P9	5	3	4	4	5	5	5	5	36
P10	5	5	5	5	3	5	5	5	38
P11	5	5	4	5	5	5	5	5	39
P12	5	3	5	3	3	4	5	5	33
P13	4	5	4	5	4	5	5	5	37
P14	5	5	5	3	3	3	5	5	34
P15	4	3	5	4	5	4	4	4	33
Σ	70	65	70	63	67	68	70	67	540
Σ R ²	4900,00	4225,00	4900,00	3969,00	4489,00	4624,00	4900,00	4489,00	36496
\bar{i}	4,67	4,33	4,67	4,20	4,47	4,53	4,67	4,47	4,50

Gráfico 39: Promedio de datos para la variable acidez de la mermelada



ANEXO C1: ESCALA COLORIMÉTRICA- MUNSELL COLOR SYSTEM 7.5 GY (Green Yellow).

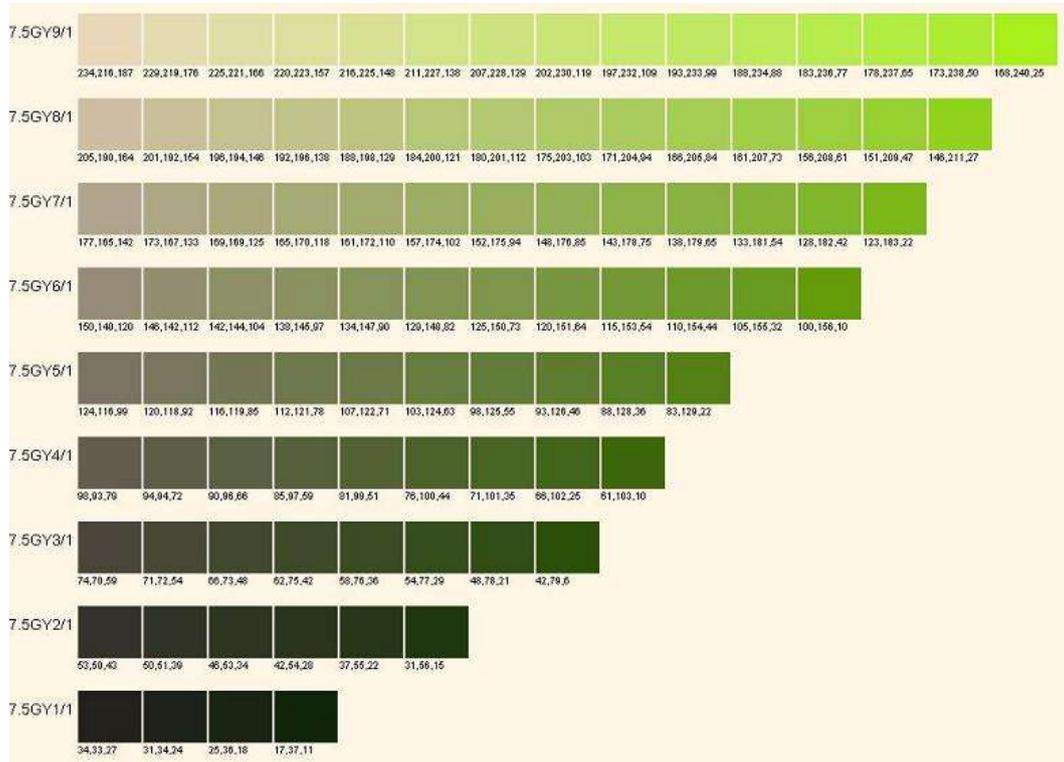
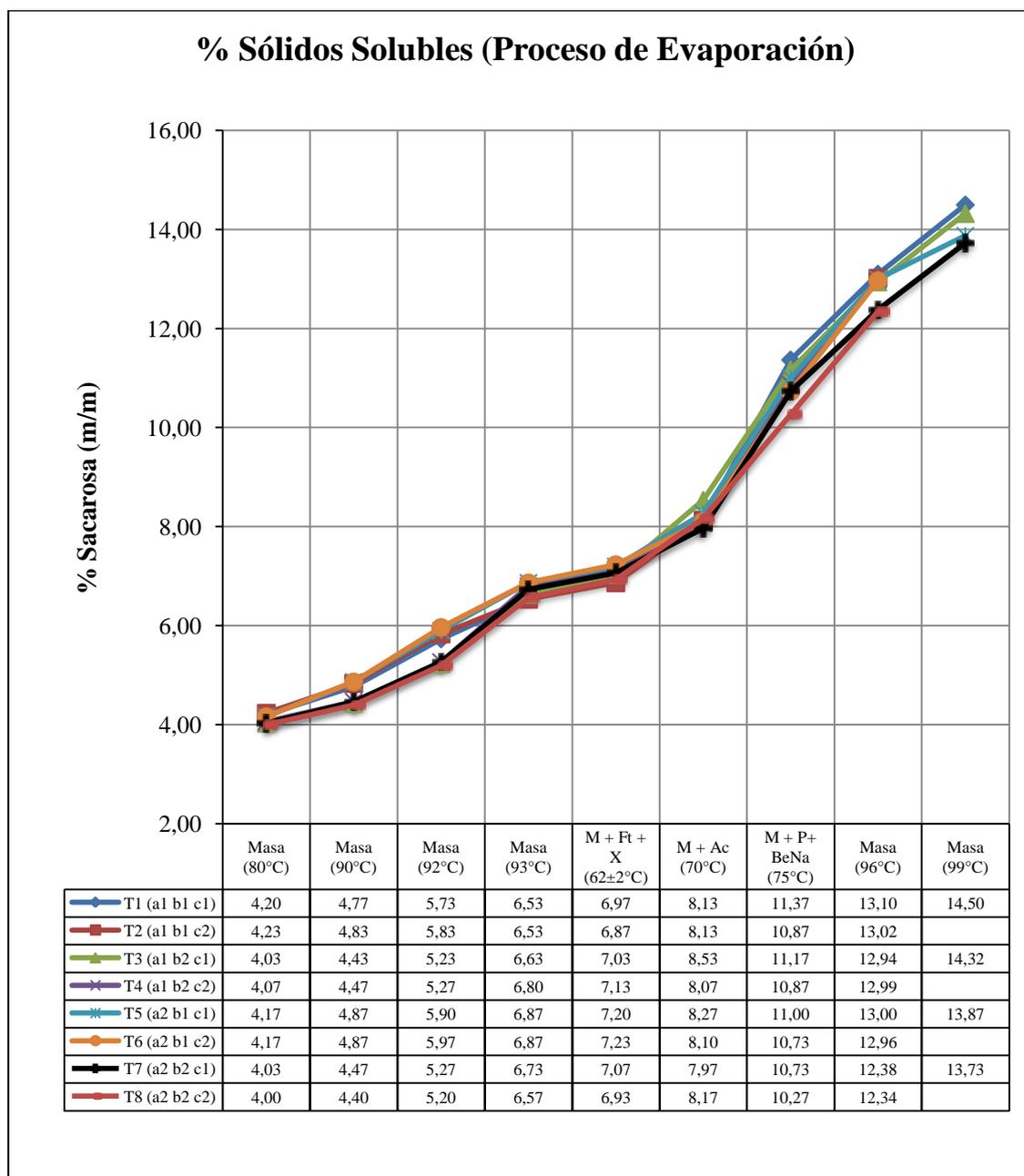


Imagen: Escala colorimétrica- Munsell Color System 7.5 GY. Fuente: <http://www.disegnopittura.it/teoriacolori/munsell-color-system-charts.html>

ANEXO C2: CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES A LO LARGO DEL PROCESO DE EVAPORACIÓN.

Gráfico 40: Concentración de % sólidos solubles a lo largo del proceso de evaporación.



Fuente: Datos tomados durante el proceso de evaporación de la mermelada planteada.

ANEXO D1: INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE MERMELADA DE FRUTILLA.

A continuación se presentan la información nutricional, presente en las principales marcas comerciales de mermelada de frutilla, que se consumen en el Ecuador.

Cuadro 79: Información nutricional de mermelada de frutilla.

Empresa Productora	Marca Comercial	Grasa (g/100g)	H. de C. Totales (g/100g)	Proteína (g/100g)	Energía (Kcal/100g)
PRONACA	Gustadina	0,00	48,00	0,013	192,05
SMUCKER'S	Smucker's	0,00	65,00	0,000	260,00
SIPIA S.A.	D'Frutt	0,00	60,00	0,000	240,00
SIPIA S.A.	Snob	0,00	55,00	0,000	220,00
WATT'S S.A.	Watt's	0,30	58,20	0,300	236,70
WATT'S S.A.	Wasil	0,20	60,60	0,600	246,60
WATT'S S.A.	Los lagos	0,20	47,40	0,200	192,20
ARCOR	Arcor	0,00	64,00	0,000	256,00
ENVAGRIF C.A.	María Morena	0,00	66,67	0,000	266,67
Productos Exquisitos	Exquisito	0,00	66,67	0,000	266,67
Promedio		0,07	59,15	0,111	237,69

Fuente: Datos tomados en percha de supermercados locales. Adaptado por los autores, 2011.

Teniendo en cuenta que “la grasa produce alrededor de 9 Kcal/g, que es más del doble de la energía liberada por los carbohidratos y las proteínas aproximadamente 4 Kcal/g” (Latham, M., 2002). Expresándose los resultados en 100 g de muestra (Astiasarán Iciar *et al.*, 2003).

ANEXO D2: DEPRECIACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL Y FRESA.

Cuadro 80: Depreciación de materiales y equipos

Materiales y equipos	Unid	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)	Vida útil (años)	Deprec. Año (USD)	Deprec. Mes (USD)
Bandejas	3	3,00	9,00	2	4,50	0,38
Coladores	2	5,00	10,00	2	5,00	0,42
Jarra plástica de 3 litros	3	4	12,00	2	6,00	0,50
Gafas	2	2,50	5,00	1	5,00	0,42
Guantes térmicos	2	22,00	44,00	1	44,00	3,67
Indumentaria aséptica (mandil, cofia, mascarilla, botas)	2	30,00	60,00	1	60,00	5,00
Baldes de 10 litros	3	10,00	30,00	2	15,00	1,25
Equipo de oficina	1	600,00	600,00	5	120,00	10,00
Paila de bronce	1	280,00	280,00	7	40,00	3,33
Ollas de acero inoxidable	3	45,00	135,00	5	27,00	2,25
Utensilios de cocina	1	15,00	15,00	2	7,50	0,63
Material de limpieza y desinfección	1	30,00	30,00	1	30,00	2,50
Vasos de precipitación de 500 ml	2	5,50	11,00	3	3,67	0,31
Balanza analítica	1	3553,61	3553,61	8	444,20	37,02
Balanza gramera	2	25,00	50,00	5	10,00	0,83
Refrigerador	1	600,00	600,00	10	60,00	5,00
Cocina industrial	1	50,00	50,00	4	12,50	1,04
Cronometro digital	1	5,00	5,00	3	1,67	0,14
Licuada Industrial	1	405,00	405,00	4	101,25	8,44
Potenciómetro de bolsillo	1	90,00	90,00	5	18,00	1,50
Refractómetro de bolsillo (Escala 0-32°Brix)	1	250,00	250,00	10	25,00	2,08
Autoclave	1	928,75	928,75	8	116,09	9,67
Termómetro digital	2	66,86	133,72	5	26,74	2,23
Total			7307,08		1183,12	98,59

Fuente: Datos consultados en diferentes puntos de venta especializados. Adaptado por los autores, 2011.

ANEXO E1: RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS EN MATERIAS PRIMAS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Ibarra, 20 de septiembre de 2011

Informe N°: 058 - 2011
 Análisis solicitado por: Srta. Amanda Burbano y Sr. Andrés Arango
 Número de muestras: Frutilla y Nopal
 Fecha de recepción de las muestras: 05 de septiembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados		Metodología Utilizada
		Frutilla	Nopal	
Sólidos Totales	%	10,36	9,63	AOAC 925.10
Cenizas	%	0,43	1,1	INEN 401
Proteína	%	0,5	1,73	AOAC 920.87
Fibra	%	2,4	0,52	AOAC 985.29
Extracto etéreo	%	0,3	3,6	AOAC 920.85
pH	—	3,89	2,8	INEN 389
Sólidos Solubles (como sacarosa)	%	6,5	5,00	INEN 380
Recuento de Mohos (campos +)	%	22	1	INEN 386

Atentamente:



Brao. José Luis Moreno
Analista



Misión Institucional
 Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
 Teléfono: (06) 2 953 4611 Casilla 199
 (06) 2 909 425 2640 - 881 Fax Ext. 871
 E-mail: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec

ANEXO E2: RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS EN PRODUCTO FINAL.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 070 - 2011 Ibarra, 18 de octubre de 2011

Análisis solicitado por: Srta. Amanda Burbano y Sr. Andrés Amango

Número de muestras : T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 (Cada una con tres repeticiones R1, R2, R3) Mermelada de fresa y nopal para diabéticos

Fecha de recepción de las muestras: 03 de octubre de 2011

Parámetro Analizado	Unid	Resultados												Metodología Utilizada
		T1			T2			T3			T4			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Sólidos Totales	%	37,31	36,96	37,39	26,30	25,87	26,16	35,96	36,53	36,32	21,90	22,28	21,72	ADAC 925.10
Cenizas	%	0,93	0,94	0,94	0,79	0,79	0,80	0,86	0,87	0,86	0,76	0,77	0,76	INEN 401
Proteína	%	0,56	0,57	0,57	0,47	0,48	0,47	0,50	0,48	0,50	0,58	0,58	0,59	ADAC 920.87
Fibra	%	1,28	1,31	1,30	2,21	2,24	2,19	1,92	1,88	1,93	1,35	1,38	1,33	ADAC 985.29
Extracto etéreo	%	0,51	0,50	0,50	0,45	0,44	0,45	0,50	0,51	0,50	0,48	0,48	0,48	ADAC 920.85
pH	---	3,83	3,36	3,36	3,40	3,37	3,39	3,31	3,33	3,34	3,35	3,37	3,34	INEN 389
Sólidos Solubles	%	14,41	14,58	14,50	13,00	13,12	12,95	14,31	14,26	14,39	12,96	13,12	12,88	INEN 380
Recuento de Mohos	N°	20	23	18	17	18	14	7	11	8	9	6	5	INEN 386
Carbohidratos Totales	%	35,31	34,95	35,38	24,59	24,16	24,44	34,10	34,67	34,46	26,08	20,45	19,89	Cálculo

Parámetro Analizado	Unid	Resultados												Metodología Utilizada
		T5			T6			T7			T8			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Sólidos Totales	%	26,62	26,92	26,68	26,99	21,49	21,26	26,65	26,33	26,97	20,57	20,69	20,13	ADAC 925.10
Cenizas	%	0,95	0,96	0,95	0,87	0,89	0,89	0,84	0,82	0,83	0,80	0,80	0,79	INEN 401
Proteína	%	0,46	0,47	0,47	0,50	0,52	0,51	0,50	0,49	0,50	0,47	0,47	0,46	ADAC 920.87
Fibra	%	2,26	2,28	2,26	1,75	1,80	1,78	1,95	1,92	1,94	2,38	2,38	2,36	ADAC 985.29
Extracto etéreo	%	0,47	0,47	0,47	0,52	0,51	0,52	0,52	0,53	0,52	0,50	0,50	0,50	ADAC 920.85
pH	---	3,38	3,37	3,38	3,39	3,37	3,39	3,26	3,28	3,27	3,29	3,31	3,29	INEN 389
Sólidos Solubles	%	13,79	13,95	13,88	12,89	13,04	12,96	13,45	13,63	13,71	12,38	12,23	12,44	INEN 380
Recuento de Mohos	N°	17	15	19	15	13	9	16	19	15	6	7	10	INEN 386
Carbohidratos Totales	%	24,74	25,02	24,79	19,04	19,57	19,34	24,79	24,49	25,32	18,80	18,92	18,38	Cálculo

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:




Bioq. José Luis Moreno
Analista

Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales éticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social

Ciudadela Universitaria barrio 31 Olivo
Telf: (06) 2 952-481 Cuello 199
(06) 2 609 420 2 640 881 Fax: (06) 2 609 420
E-mail: u@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO F1: FOTOGRAFÍAS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.



Fotografía 31: Autoclave.



Fotografía 32: Balanza analítica.



Fotografía 33: Potenciómetro.



Fotografía 34: Refractómetro.



Fotografía 35: Termómetro digital.

ANEXO F2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL TERMÓMETRO DIGITAL MARCA TRACEABLE®.



Calibration
Certificate No. 1750.01

**Calibration complies with ISO 9001
ISO/IEC 17025 AND ANSI/NCSL Z540-1**



Cert. No.: 4147-3572144

Traceable® Certificate of Calibration for Alarm Thermometer/Alarm Timer

Instrument Identification:

Model: 4147 S/N: 111447388 Manufacturer: Control Company

Standards/Equipment:

Description	Serial Number	Due Date	NIST Traceable Reference
Temperature Calibration Bath TC-179	A45240		
Thermistor Module	A17118	1/24/12	1000291329
Temperature Probe	128	2/01/12	6-BA02G-1-2
Temperature Calibration Bath TC-256	B01375		
Thermistor Module	A27129	10/22/11	1000287167
Temperature Probe	157	11/23/11	BOA19013

Certificate Information:

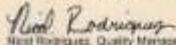
Technician: 68 Procedure: CAL-03 Cal Date: 4/12/11 Cal Due: 4/12/13
 Test Conditions: 23.5°C 41.0 %RH 1020 mBar

Calibration Data: (New Instrument)

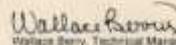
Unit(s)	Nominal	As Found	In Tol	Nominal	As Left	In Tol	Min	Max	±U	TUR
°C		N.A.		25.000	24	Y	23	27	0.580	3.4:1
°C		N.A.		100.000	99	Y	98	102	0.580	3.4:1

This instrument was calibrated using instruments traceable to National Institute of Standards and Technology.
 A Test Uncertainty Ratio of at least 4:1 is maintained unless otherwise stated and is calculated using the expanded measurement uncertainty. Uncertainty evaluation includes the instrument under test and is calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM). The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits with no reduction by the uncertainty of the measurement. The results contained herein relate only to the item calibrated. This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of Control Company.

Nominal=Standard's Reading, As Left=Instrument's Reading, In Tol=In Tolerance, Min/Max=Acceptance Range, ±U=Expanded Measurement Uncertainty, TUR=Test Uncertainty Ratio, Accuracy=(Max-Min)/2, Min = Nominal(Rounded) - Tolerance, Max = Nominal(Rounded) + Tolerance, Date=MM/DD/YY



Neil Rodriguez, Quality Manager



Wallace Berry, Technical Manager

Maintaining Accuracy:

In our opinion once calibrated your Alarm Thermometer/Alarm Timer should maintain its accuracy. There is no exact way to determine how long calibration will be maintained. Alarm Thermometer/Alarm Timers change little, if any at all, but can be affected by aging, temperature, shock, and contamination.

Recalibration:

For factory calibration and re-certification traceable to National Institute of Standards and Technology contact Control Company.

CONTROL COMPANY 4455 Rex Road Friendswood, TX 77546 USA
 Phone 281 482-1714 Fax 281 482-9448 service@control3.com www.control3.com

Control Company is an ISO 17025:2005 Calibration Laboratory Accredited by (AZLA) American Association for Laboratory Accreditation, Certificate No. 1750.01.
 Control Company is ISO 9001:2008 Quality Certified by (DNV) Det Norske Veritas, Certificate No. CERT-01805-2008-AQ-ACU-ANAB.
 International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) - Multilateral Recognition Arrangement (MRA).

Page 1 of 1 Traceable® is a registered trademark of Control Company © 2009 Control Company

ANEXO G1: ARTÍCULO CIENTÍFICO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tema:

“ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.)”

Autores : Andrés Fernando Anrrango sola
Amanda Maricela Burbano Pozo

Director de tesis : Ing. Ángel Edmundo Satama Tene

Año : 2012

Lugar de la investigación : Unidades Edu-productivas de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial UTN.

Beneficiarios : Población con afecciones de salud.

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR.



APELLIDOS	: Anrrango Sola
NOMBRES	: Andrés Fernando
C. CIUDADANIA	: 100321036-4
TELÉFONO CONVENCIONAL	:
TELEFONO CELULAR	:
CORREO ELECTRÓNICO	: crazy_andy_616@yahoo.es
DIRECCIÓN	: Imbabura, Ibarra, Yacucalle
AÑO	: 2012

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA.



APELLIDOS	: Burbano Pozo
NOMBRES	: Amanda Maricela
C. CIUDADANIA	: 040161400-3
TELÉFONO CONVENCIONAL	:
TELEFONO CELULAR	:
CORREO ELECTRÓNICO	: amyandy85@yahoo.es
DIRECCIÓN	: Imbabura, Ibarra, El Olivo
AÑO	: 2012

RESUMEN EJECUTIVO



La presente investigación se realizó con la finalidad de dar una opción de proceso y formulación, para la elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal (*Opuntia ficus indica*) y fresa (*Fragaria vesca* L.), ya que esto facilitaría que la agroindustria en el Ecuador se amplíe hacia nuevos campos de mercado, con productos innovadores, que solucionen los problemas de alimentación en la sociedad actual.

En nuestro país, una mermelada catalogada como apta para diabéticos, tiene amplias expectativas de rentabilidad y sustentabilidad, debido a que las personas que padecen esta enfermedad se sienten atraídas hacia los productos edulcorados, debido a su prohibición de consumo de alimentos tradicionales edulcorados con sacarosa.

El desarrollo de un proceso nuevo y su formulación, permite determinar la influencia de factores importantes como: la dosis de mezcla de edulcorantes, dosis de bicarbonato de sodio y temperatura de concentración final, en la calidad de una mermelada elaborada a partir de mezcla de fresa y penca de nopal.

En la fase experimental, se utilizó un diseño completamente al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones, con arreglo factorial $A \times B \times C$; donde, el factor A comprende la dosis de mezcla de edulcorantes (Xilitol, Acesulfame de potasio, y Sucralosa), el factor B la dosis de bicarbonato de sodio, y el factor C la temperatura de concentración final. Siendo la unidad experimental de 500g. Además, se realizó la prueba de Tukey para tratamientos, prueba DMS para factores, y la prueba de Friedman para las variables cualitativas.

Las variables cuantitativas analizadas fueron: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, fibra cruda, pH, proteína, sólidos solubles, y sólidos totales. Las variables cualitativas analizadas fueron: color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grados de dulzura, y acidez. Y la variable microbiológica analizada: mohos.

Se evaluaron los resultados obtenidos, y se determinó que todos los tratamientos se encontraban aptos en su parte microbiológica para consumo humano, y de estos los mejores tratamientos debido a su composición físico-química y aceptación organoléptica, son: **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]; comprobándose que, los diferentes niveles de dosis de mezcla de edulcorantes, dosis de bicarbonato de sodio, y la temperatura de concentración final, influyen estadísticamente de forma diferente en la calidad de la mermelada propuesta.

Palabras clave: Mermelada nopal; Mermelada dietética; Mermelada apta para diabéticos utilizando penca de nopal y fresa; Edulcorantes.

EXECUTIVE SUMMARY



The present investigation was done with the aim of giving a choice of process and formulation for making diet jam apt for diabetics, using mixture of penca of nopal (*Opuntia ficus indica*) and strawberry (*Fragaria vesca* L.), as

this make it easier for a agroindustry in Ecuador expand into new market areas, with innovate products that solve feeding problems in current society.

In our country, jam classified as apt for diabetics, has high expectations of profitability and sustainability, because people with disease are attracted of traditional foods sweetened with sucrose.

Developing a new process and it's formulation, to determine the influence of factors such as: the dose of mixture of sweeteners, dose of sodium bicarbonate, and temperature final concentration in the quality of a jam made from mixture of strawberry and penca of nopal.

In the experiment phase, was used a complementary randomized design with eight treatments and three replicates, with arrangement factorial AxBxC; where the factor A dose comprises mixing sweeteners (Xylitol, Acesulfame Potassium, and Sucralose), the factor B dose of sodium bicarbonate, and the factor C temperature final concentration. As the experimental unit 500g. We also preformed the Tukey test for treatment, DMS test for factors, and the Friedman test for qualitative variables.

Quantitative variables were analyzed: total carbohydrates, ash, energy, ether extract, crude fiber, pH, protein, soluble solids, and total solids. Qualitative variables were analyzed: color, aroma, consistency, spreadability, taste, degree of sweetness and acidity. And the variable analyzed microbiological: molds.

We evaluated the results, and determined that all treatments were apt at its microbiological for human consumption, and of these the best treatment because of their physical-chemical composition and organoleptic acceptance are: **T7** [(Xylitol 35 – Acesulfame potassium 0,42 – Sucralose 0,35) g/kg final product; 1,63 sodium bicarbonate / kg nopal pulp; 99°C], and **T5** [(Xylitol 35 – Acesulfame potassium 0,42 – Sucralose 0,35) g/kg final product; 3,27 sodium bicarbonate / kg nopal pulp; 99°C]; proving that, different dose levels of sweetener mixture, dose sodium bicarbonate, and temperature final concentration, sadistically differently influence the quality of the jam proposal.

Keywords: Nopal Jam; Marmalade dietetic; Jam suitable for diabetics using nopal stalk and strawberry; sweeteners.

JUSTIFICACIÓN



En el Ecuador, los productos catalogados como aptos para diabéticos, tienen amplias expectativas de éxito ya que este tipo de producto es escaso, y el consumidor siente un gran deseo de adquirir productos edulcorados, por su impedimento de ingerir alimentos endulzados con sacarosa a los que estaban acostumbrados y/o evitar sentirse excluidos de la sociedad. Teniéndose el dato que según el Ministerio de Salud Pública los casos notificados para diabetes mellitus en el 2010 fueron de 92.629, y a nivel mundial según la OMS unos 220 millones de personas con diabetes, lo que brinda una perspectiva positiva para las empresas agroindustriales.

Las mermeladas son productos muy difundidos y conocidos en el sector comercial, siendo una excelente alternativa de elaboración, y también, buen medio para dar valor agregado a las materias primas, debido a que no necesita tecnología sofisticada para su fabricación.

Una manera de obtener una mermelada atractiva para los consumidores, es realizando una mezcla innovadora de nopal con fresa, siendo ambas altamente beneficiosas para la salud; pero el nopal, es una planta cuyo consumo no es difundido y se desconoce sus

bondades como alimento; en tanto, la fresa es un eterio muy conocido y apetecido en el mercado, siendo esta la clave atractiva hacia el consumidor.

El desarrollo de un proceso nuevo y su cantidad de ingredientes, para elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas, permite determinar la influencia de factores como: la dosis de edulcorantes, dosis de bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, en la calidad final y aceptación del producto.

En cuanto a lo ambiental, la elaboración de este tipo de producto no ocasiona mayor impacto en el medio ambiente, debido a que sus residuos no contaminan el medio, son de fácil tratamiento, y se los puede utilizar para la elaboración de nuevos productos, como por ejemplo: compost para cultivos, materia prima para formular balanceados, etc.

Por lo tanto la investigación de: ELABORACIÓN DE MERMELADA DIETÉTICA APTA PARA PERSONAS DIABÉTICAS UTILIZANDO MEZCLA DE PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) Y FRESA (*Fragaria vesca* L.); es plenamente justificable, ya que tiene alta posibilidad de ser aceptada en el mercado actual, con amplias expectativas de rentabilidad y sustentabilidad; y, además la posibilidad de ser una valiosa fuente de: información, base de investigación de productos similares ó afines a futuro, e iniciativa para el desarrollo de nuevos alimentos dietéticos.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y fresa (*Fragaria vesca* L.).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia de diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, en la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas, utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.
- Evaluar las variables: microbiológica: mohos; fisicoquímicas: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, fibra cruda, pH, proteína, sólidos solubles a 20°C, sólidos totales; y, organolépticas: color, aroma, consistencia, untabilidad, sabor, grado de dulzura, acidez.
- Determinar los rendimientos y costos de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la fase experimental de esta investigación se llevó a cabo en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia el Sagrario; ubicada a 0° 20' de latitud Norte; a 78° 08' Longitud Oeste; a una altitud de 2.226,26 m.s.n.m.; la temperatura promedio en la ciudad es de 17.7° C.; la humedad relativa es de 72%, con una pluviosidad de 55,4 mm / año.

Materia prima: Nopal (*Opuntia ficus indica*) de 6 meses de edad, y Fresa (*Fragaria vesca* L.) madura.

Insumos: Acesulfame de potasio, ácido cítrico, benzoato de sodio, bicarbonato de sodio, pectina de bajo índice de metóxilo, sucralosa, xilitol.

Materiales: Bandejas, coladores, envases de cristal de 125 ml, con tapa, etiquetas, gafas, guantes térmicos, guantes de látex, indumentaria aséptica, material de oficina, paila de bronce, utensilios de cocina.

Equipos: autoclave, balanza analítica, balanza gramera, cocina, computador, cronómetro digital, licuadora, potenciómetro de bolsillo, refractómetro de bolsillo (escala 0-32°Brix, termómetro digital.

Factores en estudio:

FACTOR A (Dosis de mezcla de edulcorantes)

a₁: Xilitol 38 g/kg; Acesulfame de Potasio 0,40 g/kg; Sucralosa 0,38 g/kg.

a₂: Xilitol 35 g/kg; Acesulfame de Potasio 0,42 g/kg; Sucralosa 0,35 g/kg.

FACTOR B (Dosis de bicarbonato de sodio)

b₁: 3,27g/kg

b₂: 1,63 g/kg

FACTOR C (Temperatura de concentración final)

c₁: 99°C

c₂: 96°C

Diseño experimental y análisis funcional: Diseño Completamente al Azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones con arreglo factorial A x B x C. Unidad experimental de 500 gramos. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para factores, y prueba de Friedman para las variables cualitativas.

RESULTADOS

La información que a continuación se detalla, se obtuvo de los tratamientos y variables evaluadas en la presente investigación.

Carbohidratos totales: se determinó mediante la diferencia sólidos totales, menos la proteína, extracto etéreo, y ceniza.

Ceniza: se determinó mediante Norma Técnica INEN 401.

Energía: se determinó mediante cálculo, conociendo que la grasa produce alrededor de 9 kcal/g, y los carbohidratos y la proteína 4 kcal/g.

Extracto etéreo: se determinó mediante Norma Técnica AOAC 920.85.

Fibra cruda: se determinó mediante Norma Técnica AOAC 985.29.

Proteína: se determinó mediante Norma AOAC 920.87.

pH: se determinó mediante Norma Técnica INEN 289.

Sólidos solubles: se determinó mediante Norma Técnica INEN 380.

Sólidos totales: se determinó mediante Norma Técnica AOAC 925.10.

Mohos: se determino mediante Norma Técnica INEN 386.

Organolépticas: se determino mediante análisis sensorial con 15 panelistas pertenecientes al Club de Diabéticos del Hospital San Vicente de Paúl en la ciudad de Ibarra.

Rendimiento: se determino mediante alance de materia.

Costo: se determino mediante análisis y sumatoria de costos fijos y variables.

CONCLUSIONES

5. Los diferentes niveles de: edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, **influyen** en la calidad final de la mermelada dietética utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.
6. La influencia de los factores estudiados sobre la calidad final del producto elaborado, indica que:

Los diferentes niveles de mezcla de edulcorantes, influyeron produciendo un incremento directo de: carbohidratos totales, energía, pH, proteína, sólidos solubles y sólidos totales, debido a que el xilitol es un carbohidrato soluble, que aporta 2,4 cal/g, pH 5-7, con capacidad para desplazar las moléculas de agua desde la capa hidratada de las proteínas, provocando la desnaturalización de las mismas por efecto de la evaporación; el acesulfame de potasio y la sucralosa, son edulcorantes acalóricos intensos. Lo contrario ocurre al tener relación inversa con el contenido de: ceniza, extracto etéreo, y fibra cruda; debido a que el acesulfame de potasio es materia inorgánica, y la baja dosis de mezcla de edulcorantes provoca un menor incremento de los SS, lográndose una optimización para formar geles por parte de la pectina de bajo índice de metóxilo, ya que esta funciona mejor en un rango de 10 a 20 % de SS, captando extracto etéreo, lo que reduce el contenido de este é incrementa mínimamente la fibra cruda.

Los niveles de bicarbonato de sodio intervienen produciendo un incremento directo de: carbohidratos totales, ceniza, energía, pH, sólidos solubles, y sólidos totales; esto se debe a que, este insumo es materia inorgánica, de pH 8,6, que reacciona con las sales de calcio presentes en el mucílago de nopal, produciendo dióxido de carbono, provocando un burbujeo que dispersa los azúcares y facilita el trabajo de la pectina de bajo índice de metóxilo que no presenta buena resistencia mecánica, ayudando a organizar las interacciones hidrofóbicas de la pectina donde se ligan lípidos; además, el burbujeo ocasiona expansión del volumen de la masa, que facilita que esta absorba el calor de forma más eficiente, y el contenido acuoso se evapore rápidamente. Lo contrario sucede al tener relación inversa al contenido de: extracto etéreo, y proteína; esto se debe a que al generar menor burbujeo, la pectina no trabaja adecuadamente, por ello dejará una mayor cantidad de extracto etéreo libre en la mermelada, y la proteína no será deshidratada mayormente debido a que el xilitol no se puede distribuir con facilidad en el medio. Y con respecto a la variable fibra cruda, el bicarbonato de sodio no influye estadísticamente en su contenido, debido a que el burbujeo ya sea mayor o menor, liga una pequeña cantidad de extracto etéreo, que no muestra mayor diferencia en el incremento de fibra cruda.

Los diferentes °C de temperatura de concentración final, intervienen produciendo un incremento directo de: carbohidratos totales, ceniza, energía, extracto etéreo, sólidos solubles, sólidos totales; esto se debe a que la masa al estar sometida a una mayor temperatura, mayor será su evaporación. Por el contrario intervienen en

relación inversa al contenido de: fibra cruda y proteína; esto se debe a que a una menor temperatura las proteínas no se desnaturalizan mayormente, y la pectina de bajo índice de metóxilo actúa mejor, ya que a mayor temperatura se produce la gelificación rápida, teniendo así menos tiempo de formar redes hidrofóbicas e incrementar el contenido de fibra cruda.

7. El proceso de elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa, es adecuado para aceptar el producto microbiológicamente, comparando con la NTE INEN 419 de CONSERVAS VEGETALES. MERMELADA DE FRUTAS REQUISITOS.

En su parte físico-química los mejores tratamientos son: **T8** [(Xilitol 35, Acesulfame de Potasio 0.42, Sucralosa 0.35)g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C] con una media de 18.72g/100g], **T2** [(Xilitol 38, Acesulfame de Potasio 0.40, Sucralosa 0.38) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 96°C], y **T5** [(Xilitol 35, Acesulfame de Potasio 0.42, Sucralosa 0.35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C]; elegidos en base a que, el objetivo meta son personas que padecen de diabetes, el producto debe presentar reducción del 50% del contenido de carbohidratos asimilables en comparación con productos homólogos, y ser de un elevado valor nutritivo. Presentando estos tratamientos un alto valor de fibra, misma que tiene propiedades funcionales de efecto hipoglucemiante, reduce el colesterol, mejora el control de peso, y fortalece el sistema inmunológico, favoreciendo la funcionalidad del producto; además, presentan un buen balance en su contenido de proteína, extracto etéreo (grasa vegetal), ceniza, sólidos solubles, y reducido valor energético de la mermelada.

En su parte organoléptica el tratamiento que mejor aceptación tubo fue **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], debido a que una mezcla de edulcorantes baja, ayuda a mantener el aroma, sabor, grado de dulzura, y acidez, similares a los de la fresa; la baja dosis de bicarbonato de sodio, ayudo a neutralizar el sabor de las sales de calcio presentes en el mucilago del nopal, sin incorporar sabores básicos y/o extraños al producto; y, la alta temperatura de concentración final, ayudo a la obtención de un producto más concentrado, por ende más untosa, y de consistencia cercana a la adecuada. Seguido del tratamiento **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], que consta dentro de los mejores tratamientos físico-químicos.

8. El rendimiento del tratamiento número 7 es del **49,45%**, con un costo de elaboración de **USD 1,79**, el frasco de 250g de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

El rendimiento del tratamiento número 5 es del **47,38%**, con un costo de elaboración de **USD 1,81**, el frasco de 250g de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

RECOMENDACIONES

5. Realizar nuevas investigaciones con objeto de optimizar las dosis de mezcla de edulcorantes, bicarbonato de sodio, y temperatura de concentración final, ya que estas influyen sobre la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas, utilizando mezcla de penca de nopal y fresa.

6. Incorporar nuevos factores en busca de mejorar la calidad final de una mermelada dietética apta para personas diabéticas tales como: dosis de calcio para mejorar la consistencia, agregar fibra para mejorar la funcionalidad, agregar colorantes para mejorar la apariencia de la mermelada, ó la búsqueda de materias primas que aporten mayor cantidad de fibra cruda y reducido contenido de carbohidratos, entre otras que den un valor agregado al producto.
7. Investigar minuciosamente la composición físico-química, efecto en glucemia de pacientes diabéticos, efectos a largo plazo, etc., de los tratamientos que tienen mayor aceptación organoléptica que son: **T7** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 1,63 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], y **T5** [(Xilitol 35 - Acesulfame de Potasio 0,42 - Sucralosa 0,35) g/kg producto final; 3,27 g bicarbonato de sodio/kg pulpa nopal; 99°C], con el fin de a futuro lograr acreditar como producto apto para personas diabéticas.
8. Plantear nuevas investigaciones, en busca de mejorar el rendimiento y/o reducción de costos de elaboración del producto, ya sea mejorando ó modificando el proceso de elaboración, mediante el uso de equipos de alta tecnología existentes ó creando nuevos equipos, especialmente para el proceso del despinado, donde hubo una alta perdida de materia prima.

BIBLIOGRAFÍA TEXTUAL

39. ARANCETA BARTRINA, Javier. Frutas, verduras y salud : Frutas, hortalizas y verduras. Barcelona, España : Masson, 2 006. p.1-8. ISBN 84-458-1669-1.
40. ASTIASARÁN, Iciar *et al.* Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria. Madrid : Díaz de Santos, 2 003. p.31,95-98, 115. ISBN 84-7978-568-3.
41. BELLO GUITIÉRREZ, José. BROMATOLÓGICA – Principios generales de los alimentos : Estudio bromatológico de los carbohidratos. Madrid, España : Díaz de Santos, 2 000. p.92-94, 107,108. ISBN 84-7978-447-4
42. BOATELLA RIERA, Josep; CODONNOY S., Rafael y LÓPEZ A., Pedro. Química y Bioquímica de los Alimentos : Mermeladas y confituras. 2 ed. Barcelona, España : Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona, 2 004. p.115. ISBN 84-475-2838-3.
43. CARAVACA, R., et al. BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL : Composición analítica de los alimentos. Sevilla, España : Universidad de Sevilla, 2 003. p.250-254. ISBN 84-472-0764-1
44. CODEX STAN 192. NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS. 1 995. 284 p.
45. CUBERO, Nuria; MONFERRER, Albert y VILLALTA, Jordi. Aditivos Alimentarios : Edulcorantes, Agentes Texturizantes en la Industria Alimentaria. Madrid, España : Mundi-Prensa, 2 002. p. 61,141-143,189-206. (Tecnología de Alimentos). ISBN 84-8476-088-X.
46. FONTE GONZALES, Pedro. Guía Inteligente para diabéticos : Edulcorantes su uso. Maracaibo, Venezuela : Henryfb, 2 010. p. 42-46.

47. GENNARO, Alfonso R. Remington Farmacia : Antiácidos. 20 ed. Buenos Aires, Argentina : Medica Panamericana, 2 003. p. 1435. ISBN 950-06-1867-2.
48. GIL HERNANDEZ, Ángel. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2 ed. Madrid, España : Medica Panamericana, 2 010. v.2. p. 149-183, 440, 547. (Tratado de Nutrición). ISBN 978-84-9835-347-1.
49. HARRIS, Daniel. Análisis químico cuantitativo : Equilibrio químico. 6 ed. Barcelona, España : Reverté, 2003. p.114. ISBN 84-191-7224-6
50. HERNÁNDEZ, M., *et al.* Tratado de Nutrición. Madrid : Díaz de Santos 1 999. p.125, 126, 348, 349, 352, 353, 535. ISBN 84-7978-387-7
51. LATHAM, MICHAEL. Nutrición humana en el mundo en desarrollo : Macronutrientes. Roma, Italia : FAO, 2 002. p.99, 101, 102. ISBN 92-5-303818-7
52. LÓPEZ, Agustín *et al.* Biotecnología alimentaria : Ácidos Orgánicos. México, México : Limusa, 2 004. p.553-557.
53. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Estudio FAO alimentación y nutrición : Los carbohidratos en la nutrición humana. Roma, Italia. 66 ed. 1 999. p. 2. ISBN 92-5-304114-5
54. RODRÍGUEZ, Víctor y MAGRO, Edurne. Bases de la Alimentación Humana : Azúcares destinado a la alimentación humana. La Coruña, España : Netbiblo, 2 008. p. 132-136. ISBN 978-84-9745-215-1.
55. SÁENZ, CARMEN *et al.* Utilización agroindustrial del nopal. Roma, Italia : FAO, 2 006. 182 p. ISBN 92-5-305518-9.
56. VELÁSQUEZ URIBE, Gladys. Fundamentos de alimentación saludable : Azúcares destinados a la alimentación humana. Antioquia, Colombia : Universidad de Antioquia, 2 006. p. 58-82. ISBN 958-655-990-4.
57. YEAGER, Selene. Guía médica de los remedios alimenticios. Estados Unidos de América: Rodale, 2 001. p. 529, 530, 531. ISBN 1-57954-348-0.

ENLACES CONSULTADOS

17. AVIACIÓN CIVIL AEROPUERTO "ATAHUALPA". Características Generales : Datos Meteorológicos de la ciudad de Ibarra. Disponible en: <http://www.dgac.gov.ec/webibarra/> (Consultado el 15/01/2011)
18. XYLITOL. Disponible en: <http://odontologiaa.mx.tripod.com/xylitol.html> (Consultado el 07/11/2011)