

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Alimentos



*Excelencia que trasciende*

**DELVALLE**  
GRUPO EDUCATIVO

**GOMITAS DE FRUTAS CON PROTEÍNA Y  
FORTIFICADAS CON VITAMINA C Y B12, ÁCIDO  
FÓLICO, HIERRO Y ZINC, PARA NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS  
EN ETAPA ESCOLAR DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.**

Trabajo de graduación en modalidad de Megaproyecto presentado por:

María Fernanda Menchú Fuentes

Andrea Aracely Padilla Zuñiga

Alexandra María Pellecer Aycinena

Cízel Andrea Pérez Zea

para optar al grado académico de Licenciadas en Ingeniería en Ciencias de  
los Alimentos; y

Gabriela Mendoza

para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala

2014



**GOMITAS DE FRUTAS CON PROTEÍNA Y  
FORTIFICADAS CON VITAMINA C Y B12, ÁCIDO  
FÓLICO, HIERRO Y ZINC, PARA NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS  
EN ETAPA ESCOLAR DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Alimentos



*Excelencia que trasciende*

**DELVALLE**  
GRUPO EDUCATIVO

**GOMITAS DE FRUTAS CON PROTEÍNA Y  
FORTIFICADAS CON VITAMINA C Y B12, ÁCIDO  
FÓLICO, HIERRO Y ZINC, PARA NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS  
EN ETAPA ESCOLAR DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.**

Trabajo de graduación en modalidad de Megaproyecto presentado por:

María Fernanda Menchú Fuentes

Andrea Aracely Padilla Zuñiga

Alexandra María Pellecer Aycinena

Cízel Andrea Pérez Zea

para optar al grado académico de Licenciadas en Ingeniería en Ciencias de  
los Alimentos; y

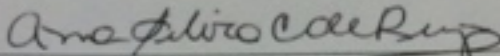
Gabriela Mendoza

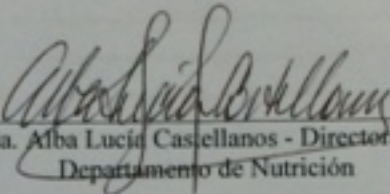
para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

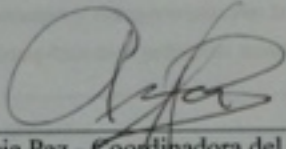
Guatemala

2014

Vo. Bo.:

(f)   
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz- Directora del Departamento de Ingeniería en  
Ciencias de Alimentos

(f)   
Lda. Alba Lucía Castellanos - Directora del  
Departamento de Nutrición

(f)   
Ing. Ana Alicia Paz - Coordinadora del Megaproyecto

Fecha de aprobación: Guatemala, 18 de noviembre de 2014

# CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS .....	xviii
LISTA DE DIAGRAMAS .....	xxv
LISTA DE GRÁFICAS .....	xxvi
LISTA DE ILUSTRACIONES .....	xxix
RESUMEN .....	xxxii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....	3
A. Deficiencia de micronutrientes y macronutrientes en la población infantil .....	4
B. Desnutrición proteico-energética en la población infantil .....	5
C. Alimentos funcionales .....	6
1. Fortificación de alimentos .....	7
2. Fortificación con micronutrientes .....	8
a. Vitaminas .....	8
1) Liposolubles .....	8
a) Vitamina A .....	9
b) Vitamina D .....	9
c) Vitamina E .....	9
d) Vitamina K .....	9
2) Hidrosolubles .....	10
a) Tiamina (vitamina B1) .....	10
b) Riboflavina (vitamina B2) .....	10
c) Vitamina B6 .....	10
d) Vitamina B12 .....	11
e) Biotina .....	11
f) Folatos .....	11
g) Niacina .....	11
h) Ácido pantoténico .....	12
i) Vitamina C .....	12

b.	Minerales .....	13
1)	Calcio (Ca) .....	14
2)	Hierro (Fe) .....	14
3)	Yodo (I) .....	14
4)	Zinc (Zn) .....	14
D.	Proteína .....	15
1.	Alimentos con fuentes de proteína .....	16
a.	Proteínas de origen animal .....	16
1)	Proteínas del huevo .....	16
2)	Proteínas de la carne .....	16
3)	Gelatina y grenetina .....	16
4)	Proteína lactea .....	17
b.	Proteínas de origen vegetal .....	17
c.	Proteínas de soya .....	17
E.	Encapsulación .....	17
1.	Tecnología de encapsulación en alimentos .....	18
2.	Métodos de encapsulación .....	19
a.	Métodos físicos .....	19
1)	Secado por aspersión (Spray-Drying) .....	19
2)	Enfriamiento por aspersión (Spray-Cooling) .....	20
3)	Liofilización .....	20
4)	Recubrimiento por lecho fluidizado .....	20
5)	Extrusión .....	20
6)	Co-cristalización .....	20
b.	Métodos fisico-químicos .....	20
1)	Coalescencia .....	20
2)	Inclusión molecular .....	20
3)	Encapsulación por liposomas .....	21
4)	Gelificación iónica .....	21
3.	Materiales de recubrimiento .....	21
4.	Mecanismos de liberación .....	21
a.	Disolución o fusión .....	21
b.	Física .....	23

	c. Difusión .....	23
F.	Edulcorantes .....	23
	1. Sacarosa (azúcar) .....	23
	2. Glucosa .....	23
G.	Ácidos .....	24
	1. Ácido cítrico .....	24
	2. Ácido málico .....	24
H.	Determinación de vitaminas y minerales .....	24
	1. Vitaminas hidrosolubles .....	25
	a. Vitamina B12 .....	25
	b. Ácido fólico (Vitamina B9) .....	25
	c. Vitamina C (ácido ascórbico) .....	26
	2. Minerales .....	27
	a. Espectrofotometría .....	27
	b. Fluorometría .....	28
	c. Espectrometría de absorción atómica .....	28
	d. Espectrometría de absorción atómica en llama .....	28
I.	Determinación de proteínas .....	30
J.	Importancia de la vida de anaquel actualmente .....	30
K.	Deterioro de los productos alimenticios procesados .....	31
	1. Reacciones químicas .....	31
	a. Pardeamiento no enzimático .....	31
	2. Cambios físicos .....	32
	3. Cambios microbiológicos .....	33
	4. Reacciones enzimáticas .....	36
	5. Degradación de las vitaminas .....	37
L.	Factores que afectan la vida de anaquel .....	37
	1. Factores intrínsecos .....	37
	a. Acidez y pH .....	38
	b. Potencial redox .....	38
	c. Actividad de agua y humedad .....	38
	2. Factores extrínsecos .....	39
	a. Temperatura .....	39

	b.	Humedad relativa .....	39
	c.	Gases en la atmósfera .....	40
	d.	Luz .....	40
	e.	Velocidad de reacciones de deterioro en los alimentos .....	40
	3.	Modelo de Arrhenius .....	42
M.		Estudio de vida de anaquel .....	44
	1.	Métodos para la determinación de la vida de anaquel .....	45
	a.	Método acelerado .....	45
	b.	Método directo .....	47
	2.	Estudio de estabilidad .....	47
N.		Procedimiento para realizar el estudio de vida de anaquel .....	47
	1.	Análisis microbiológico .....	48
	2.	Medición del color .....	48
	3.	Medición de la textura .....	49
	4.	Análisis sensorial .....	50
Ñ.		Frecuencia de medición de las muestras .....	51
	1.	Número de muestras .....	52
O.		Empaques .....	52
P.		Aspectos que deben proteger los empaques .....	53
Q.		Materiales de empaque utilizados en productos de confitería y geles de frutas .....	54
R.		Empaques para productos de confitería, geles de frutas y botanas de frutas .....	57
S.		Evaluación sensorial de alimentos .....	58
	1.	Aplicación de la evaluación sensorial al desarrollo de productos .....	59
	2.	Tipos de pruebas dirigidas al consumidor .....	64
	a.	Clasificación hedónica (Aceptabilidad) .....	65
	1)	Escalas de intervalo .....	65
	2)	Escala proporcional .....	65
	3)	Escala facial o gráfica .....	66
	b.	Pruebas de comparación apareada (preferencia) .....	67
	c.	Grupos focales .....	68
	1)	Completa participación .....	69
	2)	Cobertura de temas .....	69
	3.	Problemas que se presentan en pruebas con consumidores .....	70

	a.	Condición social .....	70
	b.	Personalidad .....	70
	c.	Motivación .....	71
	d.	Humor .....	71
III.		JUSTIFICACIÓN .....	72
IV.		OBJETIVOS .....	75
	A.	Objetivos generales .....	75
		1. Megaproyecto .....	75
		2. Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales .....	75
		3. Módulo de formulación del producto .....	75
		4. Módulo análisis sensorial del producto .....	75
		5. Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto .....	75
		6. Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto ....	75
	B.	Objetivos específicos .....	75
		1. Módulo de formulación del producto .....	75
		2. Módulo de análisis sensorial del producto .....	76
		3. Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto .....	76
		4. Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto ..	76
		5. Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales .....	77
V.		METODOLOGÍA .....	78
	A.	Formulación .....	78
	B.	Grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala .....	79
	C.	Grupo focal con mamás de la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Dario ..	81
	D.	Validación de escala hedónica de caritas faciales en niños y niñas de 7-9 años .....	82
	E.	Prueba de aceptabilidad (escala hedónica facial) y prueba de preferencia para gomitas de frutas fortificadas .....	83
	F.	Aceptabilidad del diseño empaque con niños y niñas de 7-12 años .....	87
	G.	Diseño del experimento para vida de anaquel .....	87
	H.	Obtención del producto del perfil de la vida de anaquel .....	88
	I.	Materiales para la vida de anaquel .....	89
	J.	Equipo para la vida de anaquel .....	89

K.	Métodos físicoquímicos para la vida de anaquel .....	90
L.	Metodología para análisis microbiológico .....	91
M.	Representación gráfica para la vida de anaquel .....	91
N.	Métodos sensoriales: prueba de aceptabilidad para el análisis de la vida de anaquel ..	94
Ñ.	Determinación de ácido ascórbico (vitamina C) por el método oficial de la AOAC	
	#967.21 .....	95
	1. Materiales .....	95
	2. Reactivos .....	95
	3. Equipo .....	95
	4. Principio .....	95
	5. Soluciones .....	95
	a. Soluciones extractoras .....	95
	1) Solución acida de ácido acético-meta fosfórico .....	95
	2) Solución ácida de ácido sulfúrico ácido acético meta fosfórico ..	96
	b. Solución estándar de ácido ascórbico 1 mg/ml. ....	96
	c. Solución estándar de indofenol .....	96
	6. Estandarización del método .....	96
	7. Preparación de la muestra y determinación .....	96
O.	Determinación de cianocobalamina (vitamina B12) por HPLC .....	97
	1. Materiales .....	97
	2. Reactivos .....	97
	3. Equipo .....	97
	4. Preparación de solución de disolución para extracción .....	97
	5. Preparación de la fase móvil .....	97
	6. Solución estándar de Vitamina B12 .....	97
	7. Preparación de la muestra .....	98
	8. Análisis cromatográfico .....	98
P.	Determinación de ácido fólico por HPLC .....	98
	1. Materiales .....	98
	2. Reactivos .....	98
	3. Equipo .....	98
	4. Soluciones estándar de ácido fólico .....	98
	5. Extracción de la muestra .....	99

	6.	Análisis cromatográfico .....	99
Q.		Determinación de cenizas por el método oficial de la AOAC#923.03 .....	99
	1.	Materiales .....	99
	2.	Equipo .....	99
	3.	Principio .....	99
	4.	Desarrollo .....	99
R.		Determinación de hierro y zinc por el método oficial de la AOAC#968.08 .....	100
	1.	Materiales .....	100
	2.	Reactivos .....	100
	3.	Equipo .....	100
	4.	Principio .....	101
	5.	Preparación de soluciones .....	101
	6.	Desarrollo .....	101
S.		Determinación de proteína total por el método Kjeldahl .....	101
	1.	Materiales .....	101
	2.	Reactivos .....	101
	3.	Equipo .....	102
	4.	Principio .....	102
	5.	Desarrollo .....	102
	6.	Cálculo de proteína .....	102
T.		Estudio del bioterio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) .	103
	1.	Enfoque de investigación .....	103
	2.	Recursos de materiales para el estudio del bioterio .....	103
	3.	Tipo de investigación .....	103
	4.	Población o universo definido .....	104
	5.	Contexto de la investigación tiempo y lugar .....	104
	6.	Tipo de muestreo .....	104
	7.	Tamaño de muestra calculado .....	104
	8.	Criterios de inclusión y exclusión de sujetos al estudio .....	104
	9.	Clasificación de variables .....	104
	10.	Hipótesis de trabajo .....	105
	11.	Hipótesis nula y alternativa .....	105
	a.	Peso .....	105

b.	Longitud .....	106
12.	Instrumentos de medición .....	106
13.	Intervenciones .....	106
a.	Formulación de la mezcla para fortificar .....	106
1)	Nota 1 .....	106
2)	Nota 2 .....	106
3)	RDD .....	106
b.	Determinación de peso .....	106
1)	Determinación de peso .....	106
2)	Determinación de longitud .....	107
3)	Alimentación de las ratas .....	107
c.	Identificación de ratas .....	109
d.	Separación de ratas .....	109
14.	Descripción de la presentación y análisis de resultados .....	109
15.	Consideraciones éticas .....	109
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	110
1.	Grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala .....	121
2.	Grupo focal con mamás .....	125
3.	Prueba de aceptabilidad .....	128
4.	Prueba de preferencia .....	133
5.	Aceptabilidad del diseño empaques .....	133
6.	Determinación proteica en ratas de laboratorio .....	135
7.	Elección del empaque .....	154
8.	Seguimiento físico de las muestras .....	154
9.	Seguimiento microbiológico de las muestras analizadas .....	174
10.	Seguimiento sensorial de las muestras analizadas .....	178
11.	Análisis de varianza .....	179
12.	Determinación del modelo de Arrhenius .....	181
13.	Primera determinación de vitaminas, minerales y proteína .....	186
14.	Segunda determinación de vitaminas y minerales .....	191
VII.	CONCLUSIONES .....	193
A.	Módulo de formulación del producto .....	193
B.	Módulo de análisis sensorial del producto .....	194

C.	Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales .....	195
D.	Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto ...	195
E.	Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto .....	196
VIII.	RECOMENDACIONES .....	198
A.	Módulo de formulación del producto .....	198
B.	Módulo de análisis sensorial del producto .....	198
C.	Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales .....	200
D.	Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto ....	201
E.	Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto .....	202
IX.	BIBLIOGRAFÍA .....	203
X.	ANEXOS .....	214
1.	Productos utilizados para el segundo grupo focal con estudiantes, gomitas de manzana-pera y fresa, de izquierda a derecha .....	214
2.	Guía para grupo focal conformado por estudiantes de la Universidad Del Valle	215
3.	Cartillas de color utilizadas para las gomitas de manzana-pera para los grupos focales y para la determinación de la vida de anaquel .....	219
4.	Cartilla de color utilizadas para las gomitas de fresa para los grupos focales y para la determinación de la vida de anaquel .....	220
5.	Carta a las madres de familia de la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío .....	221
6.	Productos utilizados APRA el grupo focal con mamás, gomitas de manzana-pera y de fresa, de izquierda a derecha .....	222
7.	Empaques utilizados .....	222
8.	Guía para el grupo focal conformado por mamás .....	223
9.	Carta a la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío, donde se realizarán las evaluaciones .....	226
10.	Boleta para validación de escala hedónica de caritas faciales .....	227
11.	Guía para la validación de la escala hedónica de caritas faciales a niños y niñas de 7 a 9 años .....	228
12.	Resultados sobre la validación de escala hedónica de caritas faciales en niños y niñas de 7-9 años .....	229
13.	Boleta para la aceptación de la gomita con sabor a manzana-pera .....	233
14.	Boleta para la prueba de aceptación de la gomita de fresa .....	234

15.	Boleta para la prueba de preferencia .....	235
16.	Empaques utilizados para evaluar la aceptabilidad del diseño del empaque para el producto elaborado .....	236
17.	Dibujos de animales utilizados en la prueba de aceptabilidad del diseño del empaque con niños de siete a doce años .....	237
18.	Guía para evaluar aceptabilidad del diseño del empaque para el producto elaborado .....	238
19.	Resultados de la aceptabilidad del diseño del empaque .....	239
20.	Información de los empaques utilizados .....	242
21.	Formulaciones .....	243
22.	Producción industrial .....	251
	A. Diagrama de flujo del proceso .....	251
	B. Balance de masa .....	255
	C. Análisis de costos .....	257
	1. Producción diaria .....	257
	2. Producción mensual .....	257
	D. Equipos .....	258
	1. Procesador de frutas .....	259
	2. Balanza .....	259
	3. Carrito transportador .....	260
	4. Encapsulador .....	261
	5. Marmita con agitador .....	262
	6. Dosificador .....	263
	7. Banda transportadora .....	264
	8. Túnel de enfriamiento .....	264
	9. Empacadora .....	265
23.	Fichas técnicas de materia prima .....	267
24.	Resultados más detallados del primer grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala .....	303
25.	Resultados más detallados del segundo grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala .....	308
26.	Resultados más detallados de los grupos focales conformados por mamás ...	312
27.	Fotos obtenidas en la prueba de validación de escala hedónica de caritas faciales	

	en niños y niñas de 7-9 años .....	316
28.	Fotos obtenidas en el primer grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala .....	317
29.	Fotos obtenidas en el segundo grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala .....	318
30.	Fotos obtenidas en el primer grupo focal conformado por mamás .....	322
31.	Fotos obtenidas en el segundo grupo focal conformados por mamás .....	324
32.	Fotos obtenidas en la prueba de aceptabilidad y preferencia .....	326
33.	Fotos obtenidas en la aceptabilidad del diseño del empaque .....	330
34.	Descripción de toma de resultados de peso y longitud en ratas .....	333
35.	Descripción y presentación de análisis de resultados de peso y longitud de las ratas .....	334
36.	Producto antes de la determinación de vida de anaquel .....	335
37.	Tiempo de vida de anaquel de las primeras formulaciones .....	338
38.	Imagen de los empaques utilizados .....	338
39.	Información de los empaques utilizados .....	339
40.	Cartilla de color utilizada para gomita de fresa .....	340
41.	Cartilla de color utilizada para gomitas de manzana-pera .....	341
42.	Resultados obtenidos de los cambios sensoriales de las gomitas .....	342
43.	Análisis de la varianza de las variables fisicoquímicas .....	342
44.	Análisis de la varianza de los cambios microbiológicos .....	345
45.	Análisis de la varianza de los cambios sensoriales .....	346
46.	Datos obtenidos para la determinación de vitamina C al inicio y final de la vida de anaquel .....	347
47.	Cálculos realizados para la determinación de vitamina C en la muestra 1 .....	347
48.	Cálculos realizados para la determinación de vitamina B12 en la muestra 1 .....	348
49.	Cálculos realizados para la determinación de ácido fólico en la muestra 1 .....	349
50.	Cálculos realizados para la determinación de zinc .....	349
51.	Cálculos realizados para la determinación de hierro .....	350
52.	Cálculos realizados para la determinación de proteína muestra 1 .....	350
53.	Cálculos realizados para la determinación de proteína aportada .....	351
54.	Resultados obtenidos durante las determinaciones .....	351
55.	Segunda determinación de vitaminas y minerales .....	353

56.	Curvas de calibración para la primera determinación de vitaminas y minerales .	353
57.	Curvas de calibración para la segunda determinación de vitaminas y minerales .	355
58.	Cromatogramas .....	358
59.	Requerimientos nutricionales de vitaminas y minerales .....	361
60.	Determinación de vitaminas y minerales .....	362

## LISTADO DE CUADROS

No.		Página
1.	Problemas de salud y nutrición, provocados por la deficiencia de micronutrientes .....	5
2.	Estabilidad de algunas vitaminas .....	13
3.	Recomendaciones dietéticas diarias de algunos micronutrientes en niños de edad escolar entre 7 y 12 años .....	15
4.	Materiales de recubrimiento más utilizados .....	22
5.	Técnicas para la determinación de vitaminas .....	25
6.	Condiciones generales requeridas de las reacciones de oscurecimiento .....	32
7.	Crecimiento de microorganismos en relación a la actividad de agua .....	34
8.	Desarrollo de los microorganismos según el pH .....	35
9.	Límites inferiores de actividad de agua, pH y temperatura, del crecimiento de algunos microorganismos .....	35
10.	Estabilidad de las vitaminas por la luz, calor, la oxidación y por las altas temperaturas .....	37
11.	Estabilidad de las vitaminas según el pH .....	37
12.	Energías de activación de algunas reacciones relacionadas con el deterioro de los alimentos ..	42
13.	Condiciones para llevar a cabo la vida de anaquel acelerada según el tipo de producto .....	46
14.	Propiedades características de los distintos plásticos de empaque .....	55
15.	Barreras de distintos materiales de empaque .....	56
16.	Mecanismos de deterioro en los alimentos y las funciones de empaques para evitarlos .....	57
17.	Materiales para el grupo focal con los estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala ..	80
18.	Materiales para el grupo focal con mamás .....	81
19.	Materiales para la validación de escala hedónica de caritas faciales .....	83
20.	Materiales para la prueba de aceptabilidad y de preferencia .....	86
21.	Perfil del producto físicoquímico y sensorial del producto .....	88
22.	Perfil microbiológico del producto .....	89
23.	Parámetros del texturómetro para la determinación de dureza y adhesividad .....	90
24.	Escala utilizada para el análisis sensorial .....	94
25.	Materiales utilizados en el análisis sensorial .....	94
26.	Materiales a utilizar para el estudio del bioterio .....	103
27.	Clasificación de variables para el estudio del bioterio .....	104

28.	Formulaciones de los micronutrientes para fortificar la gomita .....	106
29.	Distribución de dietas .....	107
30.	Distribución de dieta para la cantidad total de dieta preparada para cada grupo .....	108
31.	Formulación final de gomitas de frutas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, porción de 15 g .....	117
32.	Características fisicoquímicas de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	119
33.	Costos de materias primas por lote de producción sin tomar en cuenta las pérdidas .....	120
34.	Resultados de la muestra preferida por atributos de apariencia .....	121
35.	Resultados de la muestra preferida por textura .....	121
36.	Resultados de la muestra preferida por sabor .....	122
37.	Resultados de la muestra preferida en general .....	122
38.	Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomitas de fresa .....	122
39.	Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomitas manzana-pera .....	122
40.	Resultados de las comparaciones de las diferentes características de las gomitas funcionales elaboradas con las gomitas GummyVit .....	123
41.	Resultados de las preguntas elaboradas sobre el empaque .....	123
42.	Resultados de la muestra preferida por atributos de olor y apariencia .....	125
43.	Resultados de la muestra preferida por textura .....	125
44.	Resultados de la muestra preferida por sabor .....	125
45.	Resultados de la muestra preferida en general .....	126
46.	Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomitas de fresa .....	126
47.	Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomitas de manzana-pera ...	126
48.	Resultados de las preguntas elaboradas sobre el empaque .....	126
49.	Significancia de los resultados de la prueba de aceptabilidad por los signos-rangos Wilcoxon	131
50.	Resultados de la prueba de aceptabilidad por los signos-rangos Wilcoxon .....	132
51.	Resultados de la prueba de distribución Z .....	133
52.	Cantidad de dieta proporcionada a las ratas en dos semanas de estudio .....	135
53.	Test de normalidad .....	136
54.	Test de homogeneidad de las varianzas .....	136
55.	Test de pruebas sólidas para determinación de igualdad de medidas .....	137
56.	Prueba de comparación múltiple de medias de peso .....	137
57.	Test de homogeneidad de las varianzas para la longitud .....	138

58.	Test ANOVA para determinación de la diferencia entre medias .....	138
59.	Análisis de comparación múltiple para longitud de ratas .....	139
60.	Cuadro comparativo de la pérdida de cabello entre grupos .....	140
61.	Cuantificación de ingredientes para distintas cantidades de dieta en las gomitas .....	140
62.	Cantidad de fórmula anti estrés y micronutrientes colocados en las distintas dietas .....	141
63.	Cantidad de minerales colocados en las distintas dietas .....	142
64.	Comparación del aporte total de micronutrientes colocados en las cinco dietas .....	143
65.	Propuesta de dieta para evaluar micronutrientes .....	143
66.	Datos del seguimiento de los cambios de actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	154
67.	Datos del seguimiento de los cambios de dureza y pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	156
68.	Datos del seguimiento de los cambios de actividad de agua. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	158
69.	Datos del seguimiento de los cambios de dureza y pegajosidad. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	159
70.	Valores de L*, b* y a* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	162
71.	Valores de L*, b* y a* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	165
72.	Valores de L*, b* y a* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	168
73.	Valores de L*, b* y a* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	171
74.	Resultados microbiológicos. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	174
75.	Resultados microbiológicos. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	176
76.	Ecuaciones de las curvas de crecimiento de mohos y levaduras para las gomitas en función del tiempo del almacenamiento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	181
77.	Pendiente del crecimiento de mohos y levaduras y el logaritmo de la pendiente. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	182
78.	Ecuaciones de las curvas de crecimiento de mohos y levaduras para las gomitas en función del tiempo del almacenamiento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	183
79.	Pendiente del crecimiento mohos y levaduras y del logaritmo de la pendiente. Empaque de	

	poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	184
80.	Tiempo de vida de anaquel para los dos empaques tulizando el modelo de Arrhenius .....	185
81.	Promedio de vitaminas, minerales y proteína en 50 gramos de muestra .....	186
82.	Promedio de vitaminas y minerales en 15 gramos de muestra .....	191
83.	Rango de la curva patrón para la determinación de vitamina B12 y ácido fólico .....	192
84.	Elección de dibujos para el empaque por sexo .....	241
85.	Características y composición de los empaques utilizados .....	242
86.	Formulación inicial de esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	243
87.	Formulación 2, esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	244
88.	Formulación de microencapsulados de vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	245
89.	Formulación 3, gomitas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	245
90.	Formulación 4, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	246
91.	Formulación 5, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	247
92.	Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, sustituyendo el 25% de azúcar por sorbitol .....	248
93.	Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificada con vitaminas C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, reduciendo el 25 % de azúcar .....	249
94.	Produciendo 233,333 unidades de gomitas .....	257
95.	Resultados del olor de las esferas de naranja .....	303
96.	Resultados del olor de las esferas de fresa .....	303
97.	Resultados de la apariencia de las esferas de naranja .....	304
98.	Resultados de la apariencia de las esferas de fresa .....	304
99.	Resultados de la textura de las esferas de naranja .....	305
100.	Resultados de la textura de las esferas de fresa .....	305
101.	Resultados del sabor de las esferas de naranja .....	306
102.	Resultados del sabor de las esferas de fresa .....	306
103.	Resultados de la opinión sobre el gusto que tendrán los niños después de masticar .....	307
104.	Resultados más detallados del segundo grupo focal con estudiantes de la Universidad Del	

Valle de Guatemala .....	308
105. Resultados del olor de las gomitas de fresa .....	308
106. Resultados de la apariencia de las gomitas manzana-pera .....	309
107. Resultados de la apariencia de las gomitas de fresa .....	309
108. Resultados de la textura de las gomitas manzana-pera .....	310
109. Resultados de la textura de las gomitas de fresa .....	310
110. Resultados del sabor de las gomitas manzana-pera .....	311
111. Resultados del sabor de las gomitas de fresa .....	311
112. Resultados más detallados de los grupos focales conformados por mamás .....	312
113. Resultados del olor de las gomitas de fresa .....	312
114. Resultados de la apariencia de las gomitas manzana-pera .....	313
115. Resultados de la apariencia de las gomitas de fresa .....	313
116. Resultados de la textura de las gomitas manzana-pera .....	314
117. Resultados de la textura de las gomitas de fresa .....	314
118. Resultados del sabor de las gomitas manzana-pera .....	314
119. Resultados del sabor de las gomitas de fresa .....	315
120. Tiempo de vida de anaquel y factor de deterioro de las primeras formulaciones .....	338
121. Características y composición de los empaques utilizados .....	339
122. Datos de la prueba de aceptabilidad general de las gomitas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	342
123. Datos de la prueba de aceptabilidad general de las gomitas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	342
124. Análisis de varianza para la actividad de agua .....	342
125. Análisis de varianza para la dureza .....	343
126. Análisis de varianza para la pegajosidad .....	343
127. Análisis de varianza para el valor de Luminosidad (L*) de la gomita de fresa .....	343
128. Análisis de varianza para el valor de a* de la gomita de fresa .....	344
129. Análisis de varianza para el valor de b* de la gomita de fresa .....	344
130. Análisis de varianza para el valor de Luminosidad (L*) de la gomina de manzana -pera .....	344
131. Análisis de varianza para el valor de a* de la gomita de manzana-pera .....	345
132. Análisis de varianza para el valor de b* de la gomita de manzana-pera .....	345
133. Análisis de varianza para el recuento total de aerobios mesófilas .....	345
134. Análisis de varianza para el recuento de mohos y levaduras .....	346

135.	Análisis de la varianza para los cambios en aceptabilidad general del producto .....	346
136.	Datos obtenidos para la determinación de vitamina C al inicio y final de la vida de anaquel .	347
137.	Volumen de extracción, volumen de muestra y mg de ácido ascórbico equivalente a 1 ml. de solución de Indofenol .....	347
138.	Concentración de vitamina B12 obtenida al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .....	348
139.	Concentración de vitamina B12 obtenida al final de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .....	348
140.	Concentración de ácido fólico obtenido al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .....	348
141.	Concentración de ácido fólico obtenida al final de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .....	349
142.	Concentración de zinc obtenida al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales ...	349
143.	Concentración de zinc obtenida al final de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .....	349
144.	Concentración de hierro obtenida al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .	350
145.	Concentración de hierro obtenida al final de la vida de anaquel de las gomitas funcionales .	350
146.	Volumen gastado de ácido clorhídrico 0.1N durante la titulación al inicio de la vida de anaquel de las gomitas .....	350
147.	Volumen gastado de ácido clorhídrico 0.1N durante la titulación al final de la vida de anaquel de las gomitas .....	350
148.	Miligramos de ácido ascórbico en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel .....	351
149.	Miligramos de ácido ascórbico en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel .....	351
150.	Microgramos de vitamina B12 en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel .....	351
151.	Microgramos de vitamina B12 en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel .....	351
152.	Microgramos y miligramos de ácido fólico en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel .....	352
153.	Microgramos de ácido fólico en 50 gramos de muestra al inal de la vida de anaquel .....	352
154.	Miligramos de hierro en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel .....	352
155.	Miligramos de hierro en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel .....	352
156.	Miligramos de zinc en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel .....	352
157.	Miligramos de zinc en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel .....	352
158.	Concentración de vitaminas B12, ácido fólico, hierro y zinc en 15 gramos de muestra al inicio de la vida útil del producto .....	352

159.	Cantidad diaria requerida y aporte de 30% .....	361
160.	Porcentaje de degradación y cantidad total tomando en cuenta la cantidad degradada de vitaminas y minerales .....	361

## LISTADO DE DIAGRAMAS

No.		Página
1.	Diagrama de decisión de formulación de gomitas .....	78
2.	Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	92
3.	Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	93
4.	Proceso de producción de zumo de fruta .....	111
5.	Proceso de encapsulación de micronutrientes .....	112
6.	Proceso de producción de gomitas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	115
7.	Diagrama de flujo de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	251
8.	Diagrama de equipos .....	266

## LISTADO DE GRÁFICAS

No.	Página
1.	Gráfica de la población de 0 a 17 años de edad cumplidos, según sexo y departamento de residencia en el 2011 ..... 3
2.	Aceptabilidad del atributo de color en la gomita manzana-pera ..... 128
3.	Aceptabilidad del atributo de color en la gomita fresa ..... 128
4.	Aceptabilidad del atributo de olor en la gomita manzana-pera ..... 129
5.	Aceptabilidad del atributo de olor en la gomita de fresa ..... 129
6.	Aceptabilidad del atributo de sabor en la gomita manzana-pera ..... 130
7.	Aceptabilidad del atributo de sabor en la gomita de fresa ..... 130
8.	Preferencia de las gomitas evaluadas por los panelistas ..... 133
9.	Actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 155
10.	Dureza de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 156
11.	Pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 157
12.	Actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc ..... 159
13.	Dureza de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc ..... 160
14.	Pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc ..... 161
15.	Temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 162
16.	Valores de a* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 163
17.	Valores de la b* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 163
18.	Cambio de color total para la gomita de fresa al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 164
19.	Luminosidad de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc ..... 166

20.	Valores de la a* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	166
21.	Valor de b* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	167
22.	Cambio de color total para la gomita de manzana-pera al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	167
23.	Luminosidad (L*) de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	169
24.	Valores de a* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	169
25.	Valores de la b* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	170
26.	Cambio de color total para la gomita de fresa al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	170
27.	Luminosidad (L*) de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	172
28.	Valores de a* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	172
29.	Valores de b* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de calibre 79 mc .....	173
30.	Cambio de color total para la gomita de manzana-pera al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	173
31.	Cambio del recuento total de aerobios mesófilas totales durante el almacenamiento a tres temperaturas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	175
32.	Cambio del recuento de mohos y levaduras totales durante el almacenamiento a tres tempera- turas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	175
33.	Cambio del recuento total de aerobios mesófilas totales durante el almacenamiento a tres temperaturas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	176
34.	Cambio del recuento de mohos y levaduras totales durante el almacenamiento a tres tempera- turas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	177
35.	Cambio de la aceptabilidad general del producto con respecto a la temperatura de almacena- miento. Empaque de poliéster/polietileno de ca.libre 229 mc .....	178
36.	Cambio de la aceptabilidad general del producto con respecto a la temperatura de almacena-	

	miento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc .....	179
37.	Gráfico de vida de anaquel , Ln(k) vs. 1/T (K-1). Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	182
38.	Gráfico de log de vida útil en función a las temperaturas de almacenamiento (°C). Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc .....	183
39.	Gráfico de vida de anaquel, Ln(k) vs. 1/T (K-1). Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc. ....	184
40.	Gráfico del log de vida útil en función a las temperaturas de almacenamiento (°C). Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc. ....	185
41.	Prueba de validación para la muestra 1 (Dulces Classic Bears) con niños de siete a nueve años .....	229
42.	Prueba de validación para la muestra 2 (Arcor Frutal) con niños de siete a nueve años .....	230
43.	Prueba de validación para la muestra 3 (Sultana Dulces) con niños de siete a nueve años ....	231
44.	Aceptabilidad del diseño del empaque .....	239
45.	El color que les llamó más la atención en los empaques .....	239
46.	Otros colores que se les agregarían al empaque 6A .....	240
47.	Otros colores que se les agregarían al empaque 6B .....	240
48.	El dibujo que más les gustó .....	241
49.	Les gustaría a los niños que el dibujo seleccionado estuviera en el empaque .....	242
50.	Curva de calibración vitamina B12 .....	353
51.	Curva de calibración ácido fólico .....	354
52.	Curva de calibración de hierro .....	354
53.	Curva de calibración de zinc .....	355
54.	Curva de calibración vitamina B12 .....	355

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

No.		Página
1.	Tipos de encapsulado .....	18
2.	Condiciones cromatografía para la determinación del ácido ascórbico .....	27
3.	Cambios en las características del producto, con respecto a la actividad de agua .....	50
4.	Boleta para evaluación sensorial de aceptación para niños en el estudio de fortificación de galletas .....	61
5.	Ficha para test de grado de satisfacción aplicable a niños según el estudio realizado en Chile	64
6.	Escala hedónica en el estudio en Pamplona .....	67
7.	Información nutricional teórica de gomitas de frutas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	118
8.	Prototipo para el diseño del empaque para los productos elaborados .....	133
9.	Productos utilizados para el segundo grupo focal con estudiantes .....	214
10.	Cartillas de color utilizadas para los grupos focales con estudiantes .....	219
11.	Cartillas de color utilizadas para los grupos focales con estudiantes .....	220
12.	Productos utilizados para el grupo focal con mamás, niños y antes de la determinación del estudio de la vida de anaquel .....	222
13.	Empaques utilizados para grupo focal con mamás y para el estudio de la vida de anaquel .....	222
14.	Empaques utilizados para aceptabilidad del diseño del empaque .....	236
15.	Empaques utilizados para aceptabilidad del diseño del empaque .....	237
16.	Esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	243
17.	Formulación 2, esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	244
18.	Formulación 3, gomitas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc	246
19.	Formulación 4, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	247
20.	Formulación 5, gomitas de frutas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc .....	248
21.	Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, sustituyendo el 25% de azúcar por sorbitol .....	249
22.	Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido	

	fólico, hierro y zinc, reduciendo el 25% de azúcar .....	250
23.	Procesador de frutas .....	259
24.	Balanza industrial .....	260
25.	Carrito transportador (troque) .....	260
26.	Principio de funcionamiento del encapsulador .....	261
27.	Encapsulador .....	262
28.	Marmita industrial con agitador .....	262
29.	Dosificador .....	263
30.	Banda transportadora .....	264
31.	Túnel de enfriamiento continuo .....	264
32.	Empacadora semiautomática .....	265
33.	Fotos prueba validación de escala hedónica .....	316
34.	Fotos primer grupo focal .....	317
35.	Fotos segundo grupo focal evaluando las gomitas de manzana-pera y fresa .....	318
36.	Fotos evaluando las gomitas GumyVit y las gomitas elaboradas de manzana-pera y fresa .....	320
37.	Fotos evaluando el empaque de GumyVit .....	321
38.	Fotos primer grupo focal con mamás .....	322
39.	Fotos segundo grupo focal con mamás .....	324
40.	Fotos prueba de aceptabilidad y preferencia .....	326
41.	Fotos aceptabilidad del diseño del empaque .....	330
42.	Resultados de peso y longitud en ratas .....	333
43.	Análisis de resultados de peso y longitud de ratas .....	334
44.	Primera formulación (esferas gelificadas de naranja) antes de la determinación de la vida de anaquel .....	335
45.	Primera formulación (esferas gelificadas de naranja) después de la determinación del estudio de la vida de anaquel .....	335
46.	Segunda formulación (esferas gelificadas de naranja y de fresa) antes de la determinación del estudio de la vida de anaquel .....	336
47.	Segunda formulación (esferas gelificadas de naranja y de fresa) después de la determinación del estudio de la vida de anaquel .....	336
48.	Tercera formulación (gomitas de manzana-pera y fresa, de izquierda a derecha) antes de la determinación del estudio de la vida de anaquel .....	337
49.	Tercera formulación (gomitas de manzana-pera y fresa) después de la determinación del	

	estudio de la vida de anaquel, aparición de moho .....	337
50.	Empaques utilizados para el estudio de vida de anaquel .....	338
51.	Cartilla utilizada para el color de la gomita de fresa .....	340
52.	Cartilla utilizada para el color de la gomita de manzana-pera .....	341
53.	Determinación de vitamina B12 en la muestra 1 .....	358
54.	Determinación de ácido fólico en la muestra 1 .....	359
55.	Determinación de hierro en la muestra 1 .....	360
56.	Determinación de zinc en la muestra 2 .....	360
57.	Análisis en HPLC de vitaminas B12 y ácido fólico .....	362
58.	Determinación de vitamina C .....	362
59.	Determinación de minerales .....	363

## **RESUMEN**

Se han identificado en estudios y en la evaluación del estado nutricional de poblaciones guatemaltecas, las deficiencias con respecto a los minerales, como el calcio, hierro y zinc, al igual que de las vitaminas C, B9 y B12. (Bermúdez, 2008; Delgado, 2011) Por lo tanto, se desarrolló un producto tipo golosina con proteína, fortificado con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, para niños de 7 a 12 años en la Ciudad de Guatemala. La elaboración del trabajo se llevó a cabo en diferentes partes siendo éstas: la formulación del producto, determinación de la mezcla de vitaminas y minerales, el análisis sensorial del producto, la determinación de la vida de anaquel y por último el análisis proximal.

Para la elaboración del producto, se implementó la técnica de encapsulación por el método de gelificación iónica empleando el mecanismo de gelificación externa, utilizando como matriz alginato de calcio. La encapsulación tuvo la finalidad de proteger los materiales encapsulados de factores extrínsecos como el calor y la humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. Asimismo, para la formulación del producto se agregó el contenido de vitaminas, minerales y proteína necesarios para las edades de los niños.

El análisis sensorial de las gomitas funcionales se llevó a cabo con los siguientes sabores: manzana-pera y fresa. De primero, se realizaron dos grupos focales conformados por estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala, para determinar si el alimento funcional y el empaque poseían características sensoriales aceptables y adecuadas para el mercado objetivo, niños de siete a doce años, ya que estos resultados son indispensables para las pruebas dirigidas al consumidor.

Los grupos focales conformados por las mamás se realizaron con el fin que conocieran el producto, la importancia de éste y así obtener una mayor aceptabilidad. También se realizó con el fin de conocer cómo se debería hacer el diseño del empaque para atraer al mercado objetivo. Por último, se efectuaron pruebas dirigidas a los niños de 7 a 12 años para conocer y evaluar la aceptabilidad y la preferencia de las gomitas funcionales. Asimismo se realizó pruebas de aceptabilidad del diseño del empaque para determinar cuál diseño era el más atractivo para ellos.

Para la determinación de la vida de anaquel acelerada del producto, se trabajó a tres temperaturas las cuales fueron: 30°C, 35°C y 40°C y el control se mantuvo a 4°C. Las características fisicoquímicas que se midieron fueron: actividad de agua, pH, color y textura en términos de pegajosidad y dureza. Por medio del panel semi-entrenado de cinco personas se analizó la aceptabilidad general del producto. También se llevó a cabo el análisis microbiológico de recuento de aerobios mesófilos totales y recuento de mohos y levaduras. Para el estudio de la vida de anaquel se utilizaron dos empaques de poliéster y polietileno y se compararon los resultados de los mismos, para determinar cuál de los dos empaques era el más apropiado con respecto a la protección del empaque y los costos.

Por último, para la determinación vitamínica, de minerales y proteína se llevó a cabo tanto al inicio de la vida útil del producto como al final de la misma para determinar la degradación que van sufriendo con el paso del tiempo. La determinación de Vitamina B12 y Ácido Fólico se realizó por medio del método de High Performance Liquid Chromatography (HPLC), la determinación de Hierro y Zinc se llevó a cabo por medio del método de Absorción Atómica de llama, la determinación de Vitamina C se llevó a cabo por medio del método #967.21 Determinación de Ácido Ascórbico de la AOAC y la determinación de proteína se realizó utilizando el método de Kjeldahl. La parte práctica del trabajo se realizó durante los meses de Junio a Septiembre, en los laboratorios de Investigación y Química de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala.

# I. Introducción

Guatemala enfrenta varias dificultades con respecto a la nutrición, ya que la población sufre de problemas de desnutrición crónica, desnutrición aguda y deficiencias de micronutrientes. De igual manera se puede encontrar bastante obesidad y sobrepeso debido a la malnutrición, ya que tienen un desequilibrio de los nutrientes, en donde sobrepasan los requerimientos de ciertos nutrientes, pero tienen las deficiencias de otros nutrientes esenciales. Estos problemas nutricionales, afectan principalmente a niños en edad pre y escolar, jóvenes y mujeres embarazadas.

Se han buscado muchas alternativas para poder reducir la problemática, entre las cuales se encuentra la fortificación múltiple de alimentos, la cual ha demostrado hasta el momento ser la estrategia más efectiva cuando los grupos de riesgo para los nutrientes suelen ser los mismos o están estrechamente relacionados. Dicha estrategia se ha puesto en marcha en alimentos como por ejemplo el azúcar, algunas harinas, entre otros. Actualmente, se tiene la necesidad de crear más alimentos fortificados con micronutrientes para suplir con las necesidades de los diferentes segmentos del mercado, incluyendo las necesidades de los niños. Asimismo, la industria de alimentos se ha dado la tarea de desarrollar productos con beneficios a la salud del consumidor. Es por esto que, en la actualidad, se puede observar una gran variedad de alimentos fortificados en el mercado. A nivel mundial, el consumo de este tipo de alimentos se ha popularizado, ya que aportan compuestos nutricionales importantes como minerales, vitaminas, aminoácidos u otros compuestos que permitan cubrir el requerimiento diario y que en ocasiones es difícil de proporcionar en forma natural ya que debido a las condiciones económicas de la población limita el consumo de estos alimentos.

Por esta razón se elaboraron gomitas con sabor a fresa y manzana-pera, que se fortificaron con los siguientes micronutrientes: hierro, zinc, vitamina C, B9 y B12, según los estudios que se han realizado en Guatemala con respecto a las deficiencias de micronutrientes. Las mismas están compuestas por sacarosa, agua, glucosa, hidrocoloides, ácidos y saborizantes. Para fortificar el producto con vitaminas y minerales

se implementó la técnica de encapsulación, proceso mediante el cual ciertas sustancias activas son introducidas en una matriz con el objetivo de impedir su pérdida, para protegerlos de la reacción con otros compuestos presentes en el alimento o para impedir que sufran reacciones de degradación.

Tomando en cuenta que para el segmento de niños de siete a doce años con escasos recursos realizar un producto funcional con vitaminas es un gran reto debido al sabor que poseen éstas y a la vez que se tiene que formular un producto que no requiera un almacenamiento en frío, por esta razón se creó gomitas debido a que es una forma divertida de consumir las vitaminas para niños de siete a doce años y su almacenamiento es a temperatura ambiente.

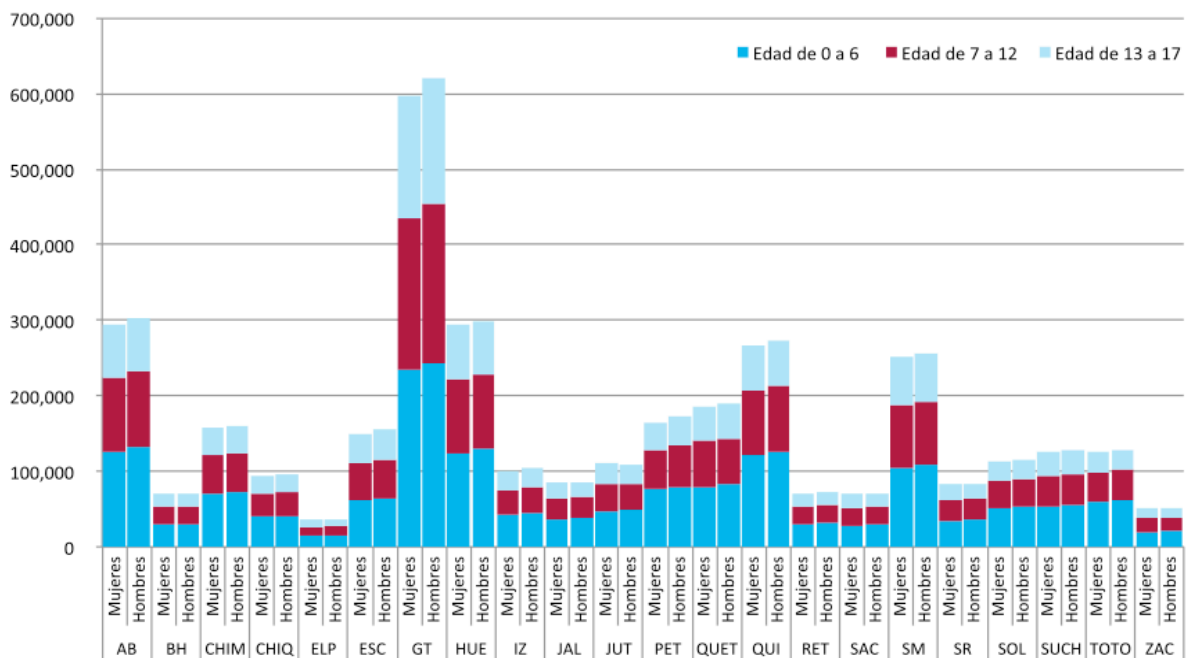
En el informe a continuación se presentan los objetivos y la justificación del proyecto, junto con la metodología para llevar a cabo el proyecto, así como los resultados obtenidos con su respectiva discusión. Además, se muestra el marco teórico, que le permite al lector introducirse dentro de los temas de desnutrición, encapsulación de nutrientes, el análisis sensorial, el deterioro de los alimentos, el proceso para realizar el estudio de la vida de anaquel y el análisis proximal. Por último, se muestran las conclusiones de los resultados obtenidos y las recomendaciones para futuras investigaciones.

## II. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

La infancia es considerada como una etapa trascendental en el proceso evolutivo, caracterizada por dos fenómenos: crecimiento y desarrollo. Para que estos se produzcan con total normalidad, es fundamental una nutrición adecuada. La nutrición está asociada a los factores sociales, económicos y culturales, los cuales pueden actuar de forma favorable o desfavorable. Cuando se ve alterada la nutrición, se interrumpe el crecimiento y desarrollo de los niños, dando lugar a la desnutrición infantil. (Ortiz, Albino, Mockeberg, & Serra, 2006)

En el 2010, el 48% de la población guatemalteca tenía entre 0 y 17 años cumplidos y de estos, el 51% eran hombres y el otro 49% mujeres, de acuerdo con proyecciones de población del censo de 2002. Según este censo, el 46% de la población era urbana y el 54% rural. La población entre 0 y 6 años equivale al 20.6% de la población total de Guatemala, mientras que los niños y niñas de entre 7 y 12 años equivalen al 15.8%, y los adolescentes de 13 a 17 representan cerca del 11.7%. (UNICEF, 2011)

**Gráfica No. 1.** Gráfica de la población de 0 a 17 años de edad cumplidos, según sexo y departamento de residencia en el 2011.



(UNICEF, 2011)

El estado nutricional en los niños condiciona su proceso de crecimiento y de desarrollo, siendo el resultado de la compleja y continúa interacción de factores genéticos, paragenéticos, socioeconómicos, ambientales, culturales y psicológicos lo que provoca que la mal nutrición infantil prive a los niños de los nutrientes necesarios en su periodo más importante de crecimiento, especialmente en la etapa de 7 a 12 años en donde crecen de 5 a 7 cm por año, generando secuelas tanto mentales como físicas las cuales son irreversibles y permanentes. (Colón Álvarez, 2012)

## **A. Deficiencia de micronutrientes y macronutrientes en la población infantil**

La deficiencia o carencia de micronutrientes tiene un impacto significativo en el desarrollo humano y en la productividad económica. Como consecuencia de estas deficiencias muchos niños fallecen antes de cumplir los cinco años, muchos nacen con capacidades mentales deficientes y otros con defectos físicos prevenibles. Se ha demostrado que por lo menos la deficiencia de una vitamina y tres minerales afectan el óptimo crecimiento y el desarrollo infantil y favorece la desnutrición crónica, además puede provocar enfermedades como la hipovitaminosis A, la anemia por deficiencia de hierro, los desórdenes por deficiencia de yodo y zinc. (UNICEF, 2008)

La deficiencia de hierro, es el tipo de desnutrición de mayor prevalencia en América Latina y el Caribe. Se calcula que la prevalencia de Anemia Ferropénica en la región es del 19% de niños en edad escolar. Esta elevada prevalencia es congruente con los datos que indican que la ingesta de hierro es inadecuada, debido a la baja ingesta de alimentos de origen animal que son fuentes ricas de hierro de fácil absorción, el alto consumo de cereales y leguminosas que contienen fitatos que inhiben la absorción de hierro y a las infecciones y parásitos intestinales. Según estudios la fortificación de alimentos con hierro han demostrado que reducen entre un 10% a 40% la prevalencia de anemia en niños de edad escolar. (UNICEF, 2008)

La deficiencia de yodo, es la primera causa de retardo mental en el mundo, debido a esto se tomó como estrategia de salud pública la yodación de la sal para el consumo humano. (UNICEF, 2008)

La deficiencia de zinc es un determinante común de la diarrea infantil, según estudios se ha demostrado que la suplementación con este mineral ha reducido la duración y la severidad de la diarrea en niños, mejora el crecimiento, reduce la incidencia de infecciones y la mortalidad de niños menores de 5 años. (UNICEF, 2008)

La adición de vitaminas y minerales tales como hierro, zinc, vitamina A, vitamina B12, vitamina C y ácido fólico a los alimentos básicos, los alimentos complementarios y los condimentos consumidos por niños en edad escolar pueden mejorar la memoria y la capacidad de lectura de estos niños. (Mendoza, 2008) Según el INCAP en el informe “Metas nutricionales para Guatemala”, los problemas de salud y nutrición con mayor incidencia son ocasionados por una ingesta baja o nula de ciertos micronutrientes. (INCAP, 2012)

**Cuadro No. 1.** Problemas de salud y nutrición, provocados por la deficiencia de micronutrientes.

<b>Problema de salud y nutrición</b>	<b>Micronutriente crítico</b>
Desnutrición proteico-energética	Vitamina A Vitamina C Zinc Ácido Fólico Complejo B Hierro
Anemia por deficiencia de Hierro	Hierro Vitamina C Vitamina B12 Ácido fólico
Deficiencia de Yodo	Yodo
Deficiencia de Zinc	Zinc
Deficiencia de vitamina A	Vitamina A

(INCAP, 2012)

## **B. Desnutrición proteico-energética en la población infantil**

La desnutrición proteico-energética es uno de los problemas nutricionales más importante en los niños en países en desarrollo. Este problema se encuentra también en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, se presenta en los niños que consumen una cantidad insuficiente de alimentos para satisfacer sus necesidades de energía y nutrientes. La deficiencia de energía es la causa principal. La primera manifestación importante de este problema nutricional es una detención del crecimiento (los niños son más pequeños en estatura y tienen un menor peso que otros niños de la misma edad). Este proceso se encuentra frecuentemente agravado por la presencia de infecciones. Los niños que presentan desnutrición

proteico-energética tienen menos energía para realizar sus actividades diarias, aprenden con dificultad y presentan baja resistencia a las infecciones. (FAO, 2000)

Las estrategias más usadas para el control de la deficiencia de micronutrientes en la población infantil son la suplementación y fortalecimiento, debido a que son de fácil acceso para la población. (Ortiz, Albino, Mockeberg, & Serra, 2006)

## **C. Alimentos funcionales**

El concepto de alimentos funcionales surgió en Japón desde los años 80, pero fue hasta 1999 que se define como “un alimento funcional es aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable”. (García Casal, 2007)

Un alimento puede considerarse alimento funcional cuando cumple uno o más de los siguientes enunciados:

- Se eliminan del alimento componentes que pueden perjudicar al consumidor (Ej.: alérgenos).
- Se incrementa la concentración de uno o más componente que se encuentra de forma natural en el alimento hasta alcanzar niveles que pueden inducir beneficios para la salud (Ej.: fortificación con micronutrientes).
- Se añade uno o más componentes que no están presentes de forma natural en el alimento y que no es necesariamente un macronutriente o micronutriente, pero causa un efecto beneficioso para la salud (Ej.: prebióticos, antioxidantes no vitamínicos).
- Se sustituye un componente generalmente un macronutriente, cuyo consumo excesivo causa daños en la salud por un componente con efectos beneficiosos (Ej.: sustitución de grasa por inulina).
- Se incrementa la biodisponibilidad o estabilidad de un componente que produce un efecto funcional o reduce el riesgo de padecer enfermedades. (Ej.: adición de fibra)

(López Córdoba, 2012)

Entre los alimentos funcionales se destacan aquellos alimentos naturales que contienen modificaciones o son fortificados con ciertos minerales, vitaminas, ácidos grasos, fitoestrógenos, fibra,

antioxidantes, prebióticos, etc. El consumo de estos alimentos ha causado beneficios para la salud como en el crecimiento y desarrollo, metabolismo o utilización de nutrientes, funcionamiento intestinal y funciones psicológicas y conductuales. (García Casal, 2007)

**1. Fortificación de alimentos.** Los alimentos fortificados, son aquellos alimentos a los que se les adiciona minerales y/o vitaminas con el objetivo de remplazar las pérdidas que ocurren durante el procesamiento, obtener un nivel óptimo de nutrientes o para aumentar el nivel de nutrientes, si se desea. Su valor nutricional puede ser amplio o no, dependiendo de la materia prima utilizada. Para poder declarar que un producto ha sido fortificado debe de contener entre un 20% al 50% del valor diario recomendado del nutriente, para el grupo de edad que va dirigido. (Industria Alimenticia, 2000)

El Codex Alimentarius la define como “la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, tanto si está como si no está contenido normalmente en el alimento, con el fin de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población”. (CODEX, 1987)

La fortificación puede estar relacionada con necesidades nutricionales específicas de cierto grupo o población según parámetros definidos por la edad, sexo, actividad física, estilo de vida, estado de salud, etc. (Industria Alimenticia, 2000). Es muy importante determinar la fuente que se le adicionara al alimento, ya que existen nutrientes que no son absorbidos completamente por el organismo. Al momento de seleccionar el nutriente se debe de considerar que no debe de modificar las características sensoriales del producto, debe de garantizar la disponibilidad en el organismo y el producto final debe de tener un precio accesible. (Industria Alimenticia, 2000)

La fortificación puede ser el procedimiento más fácil, económico y útil para reducir un problema de deficiencia, sin embargo se necesita cuidado y evitar la excesiva promoción en el control de las carencias de nutrientes. La fortificación se ha subutilizado en los países en desarrollo como estrategia para controlar las carencias de nutrientes, mientras que en varios países industrializados se usa en exceso generalmente (FAO, 1992) De acuerdo a los "Principios Generales para la Adición de Nutrientes Esenciales a los Alimentos" éstos pueden añadirse a los alimentos con el fin de alcanzar la restauración de nutrientes perdidos en el procesamiento, fortificación o garantizar la composición de nutrientes adecuados (WHO y FAO, 2006).

En los países industrializados, y en algunos países en desarrollo, se utiliza este método para ajustar el contenido de nutrientes a los alimentos procesados, de manera que los niveles estén más cerca de los del alimento antes de su proceso. Por ejemplo, los cereales que se someten a una molienda importante, como la harina de trigo, pueden contener nutrientes que se agregan para reemplazar los que se han perdido durante el proceso de refinamiento (FAO, 1992).

**2. Fortificación con micronutrientes.** Se refiere a las vitaminas y minerales cuyo requerimiento diario es relativamente pequeño pero indispensable para los diferentes procesos bioquímicos y metabólicos del organismo y en consecuencia para el buen funcionamiento del cuerpo humano. La fortificación de alimentos con micronutrientes ha jugado un papel importante en la reducción de las deficiencias de micronutrientes comunes en todo el mundo. (García Casal, 2007)

La fortificación de los alimentos con vitaminas llevó primero unos años de estudios antes de que fuera implementado. La fortificación con vitaminas y minerales, se empezó a realizar en 1930 en Estados Unidos y no fue hasta 1941 que las empresas lo empezaron a implementar en sus productos. (Badui Dergal, 2006)

En nuestro cuerpo cada vitamina es responsable de varias funciones, las vitaminas del complejo B por ejemplo trabajan como coenzimas regulando importantes enzimas a lo largo del metabolismo. Una dieta balanceada es la condición esencial para suplir los niveles adecuados de vitaminas. Sin embargo personas que omiten carne, huevo, la leche y sus derivados de su dieta, han incrementado el riesgo de tener deficiencia de vitamina B12 y ácido fólico. La falta de frutas y vegetales llevan una deficiencia de vitamina C y B-caroteno. (Baldizón, 2010)

Hoy en día, más y más productos son fortificados o enriquecidos con vitaminas. En el caso de la leche, muchos países agregan vitaminas A y D a un nivel más alto de lo normal. La vitamina C se agrega comúnmente a los jugos de frutas a un nivel arriba del natural de esta vitamina. Más aun, los productos alimenticios pueden ser fortificados por medio de vitaminas adicionales que no se encontraban presentes originalmente en sus componentes. (Baldizón, 2010)

**a. Vitaminas.** Son nutrientes que facilitan el metabolismo de otros compuestos y de esta forma mantienen varios procesos fisiológicos vitales. Estos compuestos se encuentran en cantidades muy pequeñas en los alimentos, desde unos cuantos microgramos hasta 200 mg por kilogramos. La mejor forma de obtener una ingesta adecuada de vitaminas es mantener una dieta equilibrada, una sobre dosificación o exceso de vitaminas como la A, D y B6 puede causar intoxicaciones. Con el nombre de vitaminas se agrupan 13 compuestos con estructura química y actividad biológica muy distintas entre sí. (Badui Dergal, 2006) Estos compuestos pueden clasificarse en dos grupos por su solubilidad:

**1) Liposolubles.** Las vitaminas de este grupo son solubles en disolventes orgánicos y en aceites, pero insolubles en agua. Sus estructuras contienen dobles enlaces sensibles a las reacciones de oxidación. El hombre al igual que otros mamíferos las retienen en el tejido adiposo, principalmente en el

hígado, por lo que una persona con una dieta sana y balanceada puede sobrevivir durante varias semanas sin necesidad de consumirlas. Su función biológica no es muy clara y no se ha observado que tengan acción como coenzimas en reacciones específicas, pero su ausencia en la dieta puede causar ciertas enfermedades y problemas. (Badui Dergal, 2006) Dentro de este grupo se encuentran las siguientes:

**a) Vitamina A:** esta puede presentarse en las formas de retinoides de alcohol o retinol, de aldehído o retinal y de ácido retinoico, también se puede encontrar como sus provitaminas o precursores carotenoides los cuales se encuentran principalmente en los vegetales. No se conoce con totalidad su función biológica, su carencia inhibe el crecimiento, produce el endurecimiento del epitelio en varias partes del cuerpo, principalmente de los sistemas respiratorio, visual, reproductivo y urinario, y afecta la estructura ósea y dental. Su deficiencia es la causante de la disminución de la transparencia de la córnea en niños y ceguera nocturna en adultos, debido a que produce xeroftalmia. El exceso del consumo de esta vitamina causa intoxicaciones. (Badui Dergal, 2006) En Guatemala para disminuir la deficiencia de ésta, se fortifico el azúcar.

**b) Vitamina D:** con este nombre se conocen 11 compuestos similares con estructura de esteroides, similares al colesterol, con un sistema trieno conjugado con doble enlace, que son capaces de impedir los síntomas del raquitismo. De estos 11 compuestos las más importantes son ergocalciferol (vitamina D2) que se encuentra en las plantas y el colecalciferol (vitamina D3) que se encuentra en el tejido animal y en los aceites de pescado. La función de estos compuestos en forma de hormona es ayudar a absorber y transportar el calcio y el fósforo a través de la pared intestinal, además puede ayudar a liberar el calcio en la estructura ósea para regular la concentración y el fósforo en el plasma. La deficiencia de vitamina D provoca osteomielitis o malformaciones de los huesos. El consumo excesivo de esta provoca la concentración de calcio en el plasma y en algunos casos su precipitación como fosfato en algunos órganos y tejidos que contienen mucoproteínas como las articulaciones. (Badui Dergal, 2006)

**c) Vitamina E:** con este nombre se conocen 8 compuestos de la familia de los tocoferoles y de los tocotrienoles. Los tocoferoles se diferencian por el número y la posición de los grupos metilo sustituyentes en el anillo de cromano. No se conoce aún la función biológica de esta vitamina en el ser humano, pero por su estructura química actúa como antioxidante natural a nivel celular y reduce los peróxidos provenientes de la oxidación de los ácidos linoleico y linolénico. El exceso del consumo de esta vitamina puede provocar intoxicaciones. (Badui Dergal, 2006)

**d) Vitamina K:** existen 3 compuestos que componen este nombre. De forma natural lo componen la filoquinona (vitamina K1), que existe en las hojas de las plantas y la menaquinona (vitamina K2) que se produce por acción de las bacterias en el intestino. El tercer compuesto es la menadiona (vitamina K3), la cual es un compuesto de origen sintético la cual es más potente que los otros dos compuestos. La función biológica más conocida de este compuesto es la coagulación de la sangre y su

ausencia provoca que el hígado no sintetice la protrombina, que es el principal precursor del agente coagulante trombina. (Badui Dergal, 2006)

**2) Hidrosolubles.** A diferencia de las liposolubles, el ser humano tiene una capacidad limitada para almacenar las vitaminas hidrosolubles, por lo que es necesario mantener un consumo constante, a pesar de que algunas son sintetizadas por la flora intestinal y una fracción se absorbe. Al consumir cantidades excesivas de estos compuestos solo se puede aprovechar una fracción y la otra se elimina por medio de la orina. Estas vitaminas son solubles en agua y debido a esto la lixiviación es un mecanismo común de pérdida para todas ellas. (Badui Dergal, 2006) Este grupo está conformado por las siguientes vitaminas:

**a) Tiamina (vitamina B1):** este compuesto en su forma de pirofosfato de tiamina actúa como coenzima en diversas reacciones oxidativas de descarboxilación, en el metabolismo de aminoácidos ramificados y en la utilización de hidratos de carbono, sobre todo de la glucosa y el ciclo de las pentosas. La ausencia de este compuesto provoca en el ser humano el beriberi, el cual se manifiesta con pérdida de la memoria, dificultad para hablar e incapacidad para realizar ciertos movimientos musculares, polineuritis (inflamación simultánea de varios nervios), problemas gastrointestinales, cardiovasculares y del sistema nervioso. Este compuesto se puede encontrar de forma natural en cereales, legumbres, carne de cerdo, hígado de res, vegetales verdes, frutas, frutas secas y productos lácteos. La tiamina es un compuesto que se absorbe con facilidad por transporte activo. (Badui Dergal, 2006)

**b) Riboflavina (vitamina B2):** esta actúa como un componente de las coenzimas dinucleótido de flavina y adenina (FAD) y el mononucleótido flavina (FMN). Su deficiencia produce la dermatitis seborreica, vascularización corneal, coloración anormal de la lengua, entre otras. Esta vitamina se sintetiza en la flora intestinal del ser humano y un cierto porcentaje de esta es absorbido y aprovechado; el hígado humano tiene la capacidad de almacenar una pequeña fracción, pero es insuficiente para satisfacer las necesidades diarias por periodos largos. Esta vitamina la podemos encontrar en alimentos como el hígado de res y cerdo, leche, queso, levadura, y vegetales de hojas verdes. Debido a que es un compuesto muy soluble se puede perder el contenido de esta en el agua de remojo o de lavado o durante la cocción. (Badui Dergal, 2006)

**c) Vitamina B6:** con este nombre se conocen tres compuestos biológicamente activos con estructura química semejantes, los cuales son: piridoxina o piridoxol (alcohol), piridoxal (aldehído) y piridoxamina (derivado de amina). En los vegetales se puede encontrar como piridoxina o piridoxol y en los alimentos de origen animal como piridoxal y piridoxamina. Estas intervienen en el metabolismo de lípidos y en la producción de aminas indispensables como la serotonina, adrenalina, dopamina, etcétera, algunas de las cuales son neurotransmisoras. Su deficiencia puede causar desordenes nerviosos, provocar convulsiones y neuropatía. (Badui Dergal, 2006)

**d) Vitamina B12:** su forma más activa es como cianocobalamina o cobalamina, que es la que normalmente se adiciona en los alimentos. Esta actúa como coenzima en diversas reacciones de isomerización, deshidrogenación y metilación; interviene en la formación de eritrocitos, y junto a los folatos en la síntesis de metionina a partir de homocisteína. Su deficiencia ocasiona en el ser humano estados de anemia perniciosa que implican diversos problemas metabólicos. Los excesos consumidos de esta vitamina que no son absorbidos se eliminan, en la orina y heces. Esta vitamina no está presente en los vegetales, únicamente en los alimentos de origen animal. La presencia conjunta de ácido ascórbico, tiamina y niacina pueden causar la destrucción de la vitamina B12. (Badui Dergal, 2006)

**e) Biotina:** esta vitamina funciona como coenzima en la hidrólisis y la síntesis de ácidos grasos y de aminoácidos a través de reacciones de carboxilación y de transcarboxilación. Está presente en los alimentos de origen animal y cereales. La biotina es sintetizada por la microflora intestinal, por lo que generalmente el ser humano no padece problemas por su deficiencia; sin embargo cuando ocurre su carencia provoca fatiga, depresión, náuseas, dermatitis y dolores musculares. (Badui Dergal, 2006)

**f) Folatos:** son un grupo de compuestos que se diferencian por el número de residuos de ácido glutámico que contienen. El ácido fólico (ácido pteroilglutámico o ácido pteroilmonoglutámico) es el más importante y más estable de este grupo. Los folatos contribuyen junto con las vitaminas B6 y B12, a metabolizar y eliminar la homocisteína, que es un aminoácido natural del organismo humano que en niveles altos puede provocar enfermedades cardiovasculares, ya que modifica la fluidez de la sangre. Los folatos también contribuyen en la formación de glóbulos rojos y blancos, de ADN y ARN. De deficiencia puede causar anemia megaloblástica, alteraciones gastrointestinales y en los recién nacidos defectos como la espina bífida. Estas vitaminas se destruyen por la oxidación, la cual se ve acelerada en presencia de altas temperaturas, pero son estables a pH ácidos. Esta vitamina se puede encontrar en los vegetales de hojas verdes, en las carnes y en cantidades muy bajas en frutas. (Badui Dergal, 2006)

**g) Niacina:** con este nombre se conocen a dos vitámeros, el ácido nicotínico, que se encuentra en las plantas y la nicotinamida, que se encuentra en el reino animal producida a partir del triptófano. Actúan como componentes de las coenzimas NAD (dinucleótido de adenina y nicotinamida) y NADP (derivados de NAD fosfatados), son los encargados de la transferencia de hidrogeno en muchas reacciones metabólicas de las deshidrogenasas que actúan en las proteínas, hidratos de carbono y lípidos. Su deficiencia ocasiona la enfermedad conocida como pelagra, la cual produce problemas de diarrea, dermatitis y demencia. Los excesos consumidos se eliminan en la orina. La niacina es la vitamina más estable ya que no está sujeta a reacciones de oxidación, de reducción, de ataques nucleófilos y no es alterada por cambios de pH. (Badui Dergal, 2006)

**h) Ácido pantoténico:** la importancia de esta vitamina radica en que forma parte de la coenzima A, además participa en la transferencia de grupos acetilo, como donador y receptor de H<sup>+</sup>. Esta se encuentra en muchos alimentos tales como cereales y de origen animal, por lo que es difícil observar casos de deficiencia en el hombre; sin embargo cuando se presentan produce fatiga, náuseas, problemas de sueño y ardor en los pies y piernas. (Badui Dergal, 2006)

**i) Vitamina C:** esta vitamina se encuentra principalmente en los vegetales frescos, alimentos como los cereales, leche, carne y pescado. Es por ello que se recomienda el consumo frecuente de frutas y verduras, debido a que el consumo de estas aporta la vitamina C requerida diariamente ya que por ser una vitamina hidrosoluble el hombre no la almacena, en niños y mujeres en periodo de lactancia se requiere un mayor consumo de ésta. A diferencia de otras vitaminas el ser humano no la sintetiza. Su absorción ocurre en el intestino delgado mediante un mecanismo dependiente de Na<sup>+</sup> a una velocidad de 1.2 g/día, por lo que los excesos de esta se eliminan en la orina. Esta vitamina es necesaria para la síntesis del colágeno, formación de los huesos, de la dentina de los dientes, de los cartílagos y de las paredes de los capilares sanguíneos. Interviene en reacciones de óxido-reducción y de hidroxilación de hormonas esteroideas y de aminoácidos aromáticos, además ayuda a la absorción intestinal del hierro. Su deficiencia provoca el escorbuto, esta enfermedad vuelve al individuo susceptible a contraer diversas infecciones, también provoca inflamación articular, hemorragias subcutáneas e incapacidad de los osteoblastos (células productoras de las sustancias intercelulares óseas) para funcionar. Debido a su estructura es la vitamina más inestable y más reactiva. Su oxidación está en función de muchas variables principalmente la disponibilidad del oxígeno, temperatura, pH (mayor estabilidad a pH ácido) y luz; además, también influyen la actividad de agua, los peróxidos, ciertas enzimas y la presencia de otras vitaminas, sobre todo de la riboflavina por ser fotosensible. Esta vitamina se añade en los alimentos por su función como nutrimento, antioxidante y conservante. (Badui Dergal, 2006)

El uso de algunos aditivos influye en la degradación de las vitaminas, ya que los de carácter oxidativo degradan la A, C y E, mientras que los reductores promueven su estabilidad. En el almacenamiento de los alimentos también ocurre degradación de vitaminas ocasionadas por la exposición al sol y al oxígeno, por la temperatura y el tipo de envase. (Badui Dergal, 2006)

**Cuadro No.2.** Estabilidad de algunas vitaminas.

Nutrimento	Neutro pH = 7	Ácido pH < 7	Alcalino pH > 7	Oxígeno o aire	Luz	Calor	Perdidas máximas en la cocción (%)
Vitamina A	E	I	E	I	I	I	40
Vitamina C	I	E	I	I	I	I	100
Cobalamina	E	E	E	I	I	E	10
Vitamina D	E	-	I	I	I	I	40
Ác. fólico	I	E	E	I	I	I	100
Vitamina K	E	I	I	E	I	E	5
Niacina	E	E	E	E	E	E	75
Ác. Pantoténoico	E	I	I	E	E	I	50
Piridoxina (B6)	E	E	E	E	I	I	40
Riiboflavina (B2)	E	E	I	E	I	I	75
Tiamina (B1)	I	E	I	I	E	I	80

I= inestable; E= estable.

(Badui Dergal, 2006)

**b. Minerales.** Al igual que las vitaminas, algunos nutrientes son indispensables para el buen funcionamiento el organismo humano y su carencia puede provocar problemas de salud. Los minerales actúan de diferentes maneras en la formación de tejidos rígidos del cuerpo, cofactores de enzimas, como integrantes de vitaminas, hormonas, mioglobina y hemoglobina, para controlar la presión osmótica de fluidos celulares y del pH, y como parte constitutiva de algunas macromoléculas. La biodisponibilidad de los minerales es muy distinta entre ellos, ya que compuestos como el sodio, potasio y cloro forman compuestos sencillos que existen en disoluciones, por lo que pueden formar iones libres fácilmente absorbibles, mientras que el calcio, hierro, fósforo y magnesio, que integran compuestos insolubles, son más difíciles de asimilar. Debido a que son compuestos hidrosolubles, la mayor parte de las pérdidas se producen por lixiviación en cualquier etapa en la que exista contacto entre el alimento con el agua. Mantener una dieta balanceada aporta todos los minerales suficientes para satisfacer las necesidades del ser humano; pero comúnmente se adicionan algunos de ellos por las deficiencias que existen. (Badui Dergal, 2006) Entre los minerales que se adicionan se pueden mencionar:

**1) Calcio (Ca):** es el elemento químico más abundante en el ser humano ya que compone hasta el 2% del peso corporal, el 99% de este elemento se encuentra distribuido en las estructuras óseas y el 1% restante se encuentra en los fluidos celulares y en el interior de los tejidos. Se recomienda una ingesta diaria de 800 mg para adultos y niños en etapa de crecimiento. Del calcio que se consume aproximadamente solo el 40% se absorbe a través del intestino delgado y el resto se elimina en las heces. (Badui Dergal, 2006) En Guatemala especialmente en las áreas rurales, una gran parte del calcio que se consume proviene del maíz nixtamalizado, ya que en su preparación se añade una cantidad considerable de este elemento en forma de cal.

**2) Hierro (Fe):** este elemento cumple varias funciones biológicas en el ser humano, principalmente el transporte de oxígeno por medio de la hemoglobina y el almacenamiento de oxígeno por medio de la mioglobina, además también actúa como cofactor de varias enzimas. Se puede encontrar en los alimentos de dos formas: como hierro hemo, el cual se encuentra en la carne de animales como la res, pollo, cerdo, pescado, entre otros, y como hierro no-hemo o inorgánico, el cual está presente en los granos, leguminosas y vegetales. Este compuesto tienen una mayor biodisponibilidad (20-30%), que el hierro no-hemo (2-10%), ya que este último depende de la presencia de los inhibidores de absorción (fitatos, polifenoles, calcio y fosfato) y de los promotores de la absorción (vitamina C, ácido cítrico, etano y productos fermentados). El hierro se puede encontrar en dos estados de oxidación ferroso y férrico, pero en el estado ferroso el cuerpo humano los aprovecha con mayor facilidad. Es por ello que los alimentos se fortifican con sales ferrosas como fumarato, gluconato o sulfato ferroso. (Badui Dergal, 2006) La deficiencia de hierro provoca anemia, la cual tiene una alta prevalencia en los niños de América Latina y el Caribe. (UNICEF, 2008)

**3) Yodo (I):** es un compuesto que participa en la tiroxina de la hormona tiroidea, su deficiencia puede causar Bocio que es el crecimiento de la glándula de la tiroides, retraso en el crecimiento y en el desarrollo intelectual. En Guatemala para evitar esta deficiencia se tomó como estrategia de Salud Pública la yodación de la sal de mesa. (UNICEF, 2008)

**4) Zinc (Zn):** este compuesto actúa como coenzima en las carboxipeptidasas y deshidrogenasas, su deficiencia causa pérdidas del apetito y problemas en el crecimiento y diarrea en niños. Su absorción en el intestino delgado se ve reducida cuando forma complejos con los fitatos que pueden estar en la soya y cereales. (Badui Dergal, 2006) Estudios recientes en la región de América Latina y el Caribe han demostrado que la suplementación con zinc mejora el crecimiento de los niños y además reduce la incidencia de infecciones y de mortalidad infantil. (UNICEF, 2008)

**Cuadro No. 3.** Recomendaciones dietéticas diarias de algunos micronutrientes en niños en edad escolar entre 7 y 12 años.

<b>Micronutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ingesta diaria recomendada</b>	<b>Fortificación con el 30% de IDR</b>
Vitamina A	µg	516.67	155.00
Vitamina E	mg	9.33	2.80
Vitamina K	µg	31.67	9.50
Tiamina (vitamina B1)	mg	0.70	0.21
Riboflavina (vitamina B2)	mg	0.73	0.22
Vitamina B6,	mg	0.83	0.25
Vitamina B12, µg	µg	1.53	0.46
Biotina, µg	µg	23.33	7.00
Ácido fólico, µg	µg	243.33	73.00
Niacina, mg	mg	9.00	2.70
Vitamina C, mg	mg	38.33	11.50
Calcio, mg	mg	1033.33	310.00
Hierro, mg	mg	26.93	8.08
Yodo , µg	µg	130	39.00
Zinc, mg	mg	9.70	2.91

(Menchú, Torún, & Elías, 2012)

## **D. Proteína**

Las proteínas poseen propiedades nutricionales las cuales poseen un papel fundamental en la nutrición, ya que proporcionan nitrógeno y aminoácidos que podrán ser utilizados para la síntesis de proteínas y otras sustancias nitrogenadas. Cuando se ingieren aminoácidos en exceso o cuando el aporte de hidratos de carbono y grasa de la dieta no es suficiente para cubrir las necesidades energéticas las proteínas se utilizan en la producción de energía. De los veinte aminoácidos de origen proteínico son ocho los considerados como indispensables para los niños ya que deben ser suministrados por la dieta porque su velocidad de síntesis en el organismo humano es despreciable, entre estos se encuentran eucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina e histidina. El resto de los aminoácidos son denominados no indispensables porque el organismo puede sintetizarlos eficazmente a partir de los esenciales. (Badui Dergal, 2006)

Las proteínas son esenciales para el crecimiento y reparación de los tejidos del organismo humano, una dieta equilibrada debe aportar el 15% de la energía en forma de proteína. (Luna Jiménez, 2006)

**1. Alimentos con fuentes de proteína.** Las proteínas desempeñan varios papeles en los sistemas alimenticios al formar parte de estructuras que se ingieren como tales, o al usarse como ingredientes, aditivos (catalizadores, conservadores, agentes ligantes, emulsificantes, para la formación de películas), así como por sus propiedades funcionales. Las proteínas pueden ser de origen animal o vegetal. (Badui Dergal, 2006)

**a. Proteínas de origen animal.** Los productos animales considerados como fuentes de proteínas son el huevo, la leche y la carne de diversas especies.

**1) Proteínas del huevo:** el huevo está constituido por 10.5% de cáscara en tanto la parte comestible está formada por 58.5% de albumen o clara y 31.0% de yema, cuyos componentes son proteínas y lípidos que les confieren alto valor nutritivo ya que cuenta por lo menos con 13 proteínas glicosiladas, algunas de las cuales con actividades biológicas: enzimas, como lisozima, glicosidasa, catalasa, peptidasa y esterasa; inhibidores, como el ovoinhibidor, la avidina y el inhibidor de papaina y ficina; o algunos anticuerpos que protegen el desarrollo del embrión al prevenir ataque microbiano. (Badui Dergal, 2006)

**2) Proteínas de la carne:** proviene de los músculos esqueléticos de diversos animales y se caracteriza por su estructura fibrosa y su textura, la carne está compuesta por un 20% de proteína. La suavidad de la carne es una sensación que se debe básicamente a diferentes factores físicos y bioquímicos de las proteínas miofibrilares (del tejido muscular) y el colágeno (del tejido conectivo). (Badui Dergal, 2006)

**3) Gelatina y grenetina:** es una proteína derivada de la hidrólisis selectiva del colágeno, que es el componente orgánico más abundante en huesos y piel de mamíferos. Es un compuesto formado por cadenas polipeptídicas, conformadas por aminoácidos como glicina y prolina. Por su naturaleza química, esta proteína está sujeta a reacciones de deterioro, como la hidrólisis, por acción de ácido, enzimas y microorganismos, que pueden destruir la estructura tridimensional que conforma el gel. (Badui Dergal, 2006)

Son proteínas fibrosas muy utilizadas a nivel industrial en numerosas aplicaciones, principalmente en la industria farmacéutica y alimenticia. Son compuestos formados por cadenas polipeptídicas, conformadas por aminoácidos como glicina y prolina. Estos hidrocoloides tienen la habilidad de formar geles térmicamente reversibles; pueden ser usados como agentes emulsificantes, estabilizante, mejoradores

de textura y retenedores de agua. Una de las propiedades fundamentales de estas es su capacidad de gelificación. La diferencia entre una gretina y gelatina sin sabor es el contenido de proteína (colágeno), la gretina cuenta con un contenido entre el 95 y el 100% y la gelatina sin sabor entre un 75 y un 80%. (Herrera, Mancías, Soto , & Palma, 2010)

**4) Proteína láctea:** estas se agrupan en dos grandes conjuntos: las caseínas (80%) y las proteínas del suero (20%). Su uso se ve limitado por las alergias que producen los productos lácteos en el consumidor. (Badui Dergal, 2006)

**b. Proteínas de origen vegetal.** Las proteínas vegetales constituyen una fuente de nutrimentos e ingredientes funcionales de interés por su variedad, disponibilidad y costo. Las proteínas vegetales se obtienen principalmente de semillas de leguminosas, cereales, oleaginosas y en baja proporción de hojas verdes. La función biológica de las principales proteínas vegetales que se explotan comercialmente es formar parte del endospermo de la semilla, a la que nutren durante la germinación y desarrollo, procesos durante los que se modifican los niveles de las diferentes proteínas. Las proteínas de reserva más abundantes en los cereales se denominan glutelinas, aunque puede haber algunas diferencias entre especies. En las leguminosas, las globulinas constituyen el 70% del total, en tanto las glutelinas y albúminas contribuyen con porcentajes que oscilan entre el 10 y 20% para cada una. El contenido total proteínico es de alrededor del 12%, que resulta bajo si se compara contra el de las leguminosas, que oscila entre el 18% y 25%. (Badui Dergal, 2006)

**c. Proteína de soya:** la soya es la fuente más abundante y valiosa de proteína vegetal con un 40% de su composición, además posee proteína de gran calidad ya que cuenta con aminoácidos esenciales como la isoleucina, leucina, lisina, metionina, cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, valina e histidina. La semilla de esta leguminosa está compuesta de cutícula, hipocotilo y dos cotiledones. (Luna Jiménez, 2006).

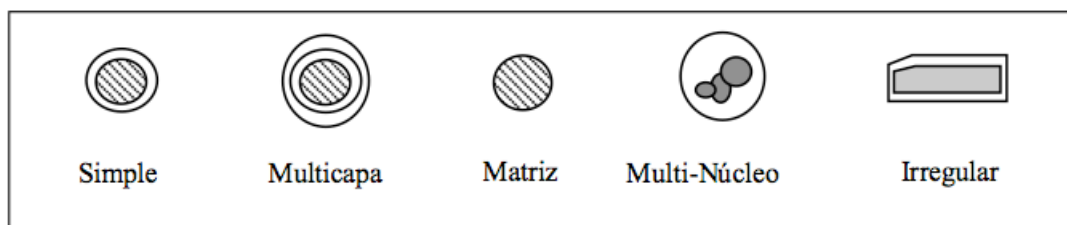
Las principales proteínas de almacenamiento en soya son la  $\beta$ -conglucina (7S), deficiente en aminoácidos azufrados, y la glicinina (11S), rica en los mismos. Ambas son consideradas como excelentes fuentes de proteína dietaria. La glicinina comprende del 25 al 30% de la proteína de la soya. (Badui Dergal, 2006)

## **E. Encapsulación**

Esta técnica ha sido descrita como un proceso en donde pequeñas partículas sensibles o bioactivas (núcleo), son rodeadas por un recubrimiento homogéneo o heterogéneo de materiales poliméricos (matriz), para su protección, estas pueden tener forma esférica o irregular. Así mismo, pueden estar constituidas por

una membrana simple, múltiples capas e incluso núcleos múltiples cuya matriz puede ser del mismo material o una combinación de varios, como se puede observar en la Ilustración 1. (Cuatzo Lozano, 2010)

**Ilustración No. 1.** Tipos de encapsulado.



(Cuatzo Lozano, 2010)

El tipo de encapsulado depende de las propiedades fisicoquímicas del material encapsulado, la composición de la matriz y de la técnica de encapsulación. (Lupo & González Azón, 2012)

La encapsulación puede ser considerada como una forma especial de empaquetar, en la que un material puede ser cubierto de manera individual con el objetivo de protegerlo del ambiente externo. La encapsulación provee un medio de envasar, separar y almacenar materiales en escala microscópica para su liberación posterior bajo condiciones controladas. Dentro del término encapsulación, se incluyen las microcápsulas, micropartículas y nanocápsulas en función de su tamaño. (Cuatzo Lozano, 2010)

El proceso de encapsulación no está limitado únicamente para el campo de los medicamentos o sustancias biológicas, sino que se extiende a campos diversos como la agricultura, la cosmética y la alimentación. Actualmente la encapsulación se aplica para preservar y proteger ingredientes comerciales como los saborizantes, antioxidantes, ácidos, agentes antimicrobianos, nutracéuticos y terapéuticos, vitaminas, minerales, edulcorantes, enzimas, entre otros. (Cuatzo Lozano, 2010)

**1. Tecnología de encapsulación en alimentos.** Es una tecnología de empaquetado de sólidos líquidos o materiales gaseosos en cápsulas miniaturas selladas que pueden liberar su contenido en razones controladas bajo condiciones específicas. Esta tecnología ha sido utilizada por la industria alimenticia por más de 60 años. En un sentido extenso, la tecnología de encapsulación en procesamiento de alimentos incluye el recubrimiento de partículas diminutas de ingredientes (acidulantes, grasas y sabores) como también ingredientes completos (pasas, nueces y productos de confitería), lo cual puede ser logrado por medio de técnicas de micro encapsulado y macro-revestimiento. Específicamente, la microcápsula tiene la capacidad de preservar una sustancia en fino estado de división y liberarla a medida que la ocasión lo

demande. La industria de alimentos aplica el proceso de encapsulación por varias razones (Donis E. D., 2013):

- El atrapado por encapsulación puede proteger el material del núcleo por degradación reduciendo su reactividad a su ambiente externo (calor, pH, humedad, aire y luz).
- El producto puede ser diseñado para liberarse lentamente a través del tiempo o en un punto en específico.
- El sabor del núcleo puede ser enmascarado.
- Puede ser empleado para separar componentes dentro de una mezcla que de otra manera reaccionarían con otros.

En la industria de alimentos, puede afirmarse que las aplicaciones se han incrementado ampliamente como consecuencia de la protección que brinda esta técnica a los materiales encapsulados de factores como el calor, la humedad, el oxígeno, etc., otorgándoles mayor estabilidad y durabilidad. Las microcápsulas ayudan a que determinados compuestos, como pueden ser vitaminas, minerales, saborizantes y otros, usados en la formulación de un producto resistan las condiciones de procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, etc., mejorando de esta forma el sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia del alimento elaborado. Es imprescindible dentro del desarrollo de alimentos para niños definir las características del producto, con grupos de niños que sean representativos de la población a la cual están destinados estos alimentos (Parzanese, 2011).

**2. Métodos de encapsulación.** La selección del método de encapsulación depende de los costos, el tamaño de la capsula, las propiedades físicas y químicas de los materiales, la aplicación y el mecanismo de liberación deseado. Existen dos tipos de métodos de encapsulado, métodos físicos y métodos fisico-químicos. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**a. Métodos físicos**

**1) Secado por aspersion (Spray-Drying):** es el método de menor costo y mayor uso en la industria de alimentos. Este proceso requiere de 3 pasos básicos, la formación de la emulsión entre el núcleo y la matriz, la homogenización y la aspersion. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004) Este tipo de secado se ha usado para enmascarar sabores, aromas y la encapsulación de vitaminas, ya que es apropiado para materiales que son sensibles a altas temperaturas debido a que los tiempos de exposición en el proceso son muy cortos. (Lupo & González Azón, 2012)

**2) Enfriamiento por aspersión (Spray-Cooling):** este método es una variante del método de secado por aspersión, la diferencia es que las microcapsulas son formadas a través del enfriamiento. La mezcla del núcleo y matriz son atomizados dentro del aire frío o congelado, lo que causa que la matriz se solidifique alrededor del núcleo. Esta técnica es utilizada para encapsular compuestos solubles en agua como vitaminas hidrosolubles, minerales, acidulantes y ciertos sabores, debido a que se utilizan matrices lipídicas. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**3) Liofilización:** es un método simple, en donde el material se congela para luego aplicar vacío y así sublimar el agua congelada. Las capsulas formadas tienen una estructura porosa que facilita la interacción con el medio ambiente. Este método se utiliza para encapsular esencias hidrosolubles y aromas naturales. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**4) Recubrimiento por lecho fluidizado:** este método es utilizado cuando están compuestos por partículas sólidas, las cuales se desplazan dentro de una cámara por medio de una fuente de aire, en este caso la matriz es atomizada para crear una capa delgada. Este método es un proceso complejo de transferencia de calor y masa, su mayor aplicación es en la industria farmacéutica. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**5) Extrusión:** este método es el método más usado después del método de secado por aspersión. Este método consiste en el paso de una emulsión formada por el núcleo que se desea encapsular y la matriz, a través de un extrusor a alta presión. Este proceso es muy utilizado para la encapsulación de saborizantes, colorantes y vitamina C. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**6) Co-cristalización:** este método es un nuevo proceso de encapsulación que utiliza sacarosa como matriz. El jarabe de sacarosa es llevado hasta el estado de supersaturación y se agrega el núcleo a encapsular, por medio de agitación vigorosa la cual provee puntos de nucleación para que la mezcla cristalice. Este método es muy utilizado para la encapsulación de sabores, ya que es económico y flexible. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

#### **b. Métodos físico-químicos**

**1) Coalescencia:** este método consiste en disolver una proteína gelificante y formar una emulsión con el núcleo. Al tener la emulsión lista se induce la coalescencia ya sea por cambios de temperatura, pH o adición de sales iónicas. Esto provoca que la proteína se aglomere formando microcapsulas. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**2) Inclusión molecular:** este método es una encapsulación a nivel molecular en donde se utiliza la beta-ciclodextrina como matriz debido a su estructura molecular cíclica la cual posee un

centro hidrofóbico y una superficie exterior hidrofílica. El núcleo a encapsular normalmente son sabores y olores. Cuando el núcleo se aloja en la matriz en una solución acuosa, forma un complejo supramolecular. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**3) Encapsulación por liposomas:** los liposomas cuentan con una fase acuosa o lipídica que se encuentra rodeada por una membrana fosfolipídica, formada por la utilización de emulsificantes y la aplicación de agitación mecánica. Forma una capsula estable cuando se da el enrollamiento de la capa lipídica. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**4) Gelificación iónica:** es un método muy utilizado por su bajo costo y facilidad de preparación. Este método consiste en la preparación de una solución con el núcleo y la matriz. Esta solución es extruida por medio de una boquilla en donde se forman gotas, las cuales se solidifican por medio del enfriamiento o por gelificación al usar una solución gelificante en donde interactúan un el polisacárido que compone la matriz y un ion de carga opuesta de la solución. A nivel laboratorio esta técnica se emplea utilizando jeringas, para poder extruir la solución y formar las gotas. (Cuatzo Lozano, 2010)

**3. Materiales de recubrimiento.** Los biopolímeros son los materiales de recubrimiento más utilizados para la protección de ingredientes activos o sensibles en la industria de alimentos debido a su disponibilidad y que no causan toxicidad y alergias. Los biopolímeros más utilizados para la encapsulación son los carbohidratos, celulosas, gomas, proteínas y lípidos. (López Córdoba, 2012)

El material de recubrimiento debe de presentar ciertas propiedades que dependen de las características químicas del material, aplicación, condiciones de almacenamiento y el proceso al cual será expuesto. Es por ello que debe de tener las siguientes características:

- Baja viscosidad a altas concentraciones.
- Baja higroscopicidad para facilitar su manipulación.
- Tener capacidad para emulsificar y estabilizar el núcleo.
- Ser insoluble y no reaccionar con el núcleo.
- Ser soluble en los solventes alimenticios comunes o en el producto alimenticio final.
- Proporcionar máxima protección al núcleo.
- Ser insaboro y de bajo costo.

Estos materiales se seleccionan de una amplia variedad de biopolímeros sintéticos y naturales, estos materiales se pueden mezclar entre sí para obtener mejores propiedades de barrera y mecanismos de liberación específicos. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**Cuadro No. 4.** Materiales de recubrimiento más utilizados.

Tipos de materiales de recubrimiento	Recubrimientos específicos
Carbohidratos	Almidón Almidón modificado Maltodextrinas Jarabe de maíz Dextrano Ciclodextrinas
Celulosa	Carboximetilcelulosa Metilcelulosa Etilcelulosa
Gomas	Xantan Arábica Agar Carragenina Alginato
Proteínas	Gluten Caseína Albúmina Grenetina
Lípidos	Ceras Parafinas Ácido esteárico Monoglicéridos Aceites Grasas

(García Ceja & López Malo, 2012)

**4. Mecanismos de liberación.** El material de recubrimiento debe proporcionar un mecanismo de liberación del núcleo en un tiempo determinado. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004) Los mecanismos de liberación más utilizados en la industria de alimentos son los siguientes:

**a. Disolución o fusión:** la integridad de la cápsula se pierde cuando ésta entra en contacto con un solvente específico o se le aplica calor. Los recubrimientos hidrosolubles se disuelven fácilmente

con el aumento de la humedad, adición de agentes químicos o cambios de concentración de sales. La liberación térmica se utiliza con materiales de recubrimiento como las grasas, las cuales al fundir liberan el núcleo. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**b. Física:** el material de recubrimiento pierde su integridad cuando se somete a una fuerza externa como presión o fricción. La masticación es el principal mecanismo de liberación por presión. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

**c. Difusión:** este mecanismo logra la liberación del núcleo cuando se tienen un gradiente de concentración y las fuerzas activas entre cadenas, como puentes de hidrogeno, cristalización, fuerzas de Van del Waals y grado de entrecruzamiento, estos cambian la estabilidad y permeabilidad del núcleo en el material protector. (Sandoval, Rodríguez, & Ayala, 2004)

## F. Edulcorantes

La sensación de dulzor que provocan ciertos alimentos se debe a un gran número de compuestos de estructuras químicas muy diferentes; una manera de clasificarlos es con base en su potencia y valor nutritivo. (Badui Dergal, 2006)

**1. Sacarosa (azúcar).** Es conocida como la azúcar común, es un disacárido formado por alfa-glocopiranososa y beta-fructofuranosa. Su nombre químico es: beta-D- fructofuranosil-(2->1)-alfa-D-glucopiranosido. El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos y suele ser sacarosa. En la naturaleza se encuentra en un 20% del peso en la caña de azúcar y en un 15% del peso de la remolacha azucarera, de la que se obtiene el azúcar de mesa. (Herrera, Mancías, Soto , & Palma, 2010)

Es el edulcorante más utilizado en el mundo, la utilización de la sacarosa se debe a su poder edulcorante y sus propiedades funcionales como su consistencia; por tal motivo es importante para la estructura de muchos alimentos incluyendo panecillos y galletas, nieve y dulces, además es un ingrediente auxiliar en la conservación de alimentos debido a su capacidad de enlazar agua. En confitería, la textura incluye características como dureza, suavidad y adhesividad, así como cuerpo o sensación bucal. El ingrediente más importante que contribuye a la textura en confitería es la sacarosa, pues muchos de los procesos de elaboración involucran la disolución y la subsecuente recristalización de la sacarosa. (Herrera, Mancías, Soto , & Palma, 2010)

**2. Glucosa.** Es un monosacárido con fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ , la misma que la fructosa pero con diferente posición relativa de los grupos -OH y O=. Es una hexosa, es decir, que contiene 6 átomos

de carbono, y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo, está en el extremo de la molécula. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel. Su rendimiento energético es de 3,75 kilocalorías por cada gramo en condiciones estándar. La glucosa es la principal fuente de energía para el metabolismo celular. Se obtiene fundamentalmente a través de la alimentación, y se almacena principalmente en el hígado. En la producción de confites como las gomitas, la glucosa es muy utilizada ya que retrasa la cristalización de la sacarosa. Otra característica muy importante de la glucosa es la de contribuir a la masticabilidad de algunas golosinas, ya que reduce la fragilidad de las mismas dando cuerpo y estructura al producto. (Herrera, Mancías, Soto , & Palma, 2010)

## G. Ácidos

Los ácidos son importantes sustancias cuyo comportamiento químico modifica las propiedades funcionales de los azúcares utilizados en procesos de confitería. Los ácidos son excelentes conservadores, disminuyen el pH, actúan como bactericidas; sirven como sinergistas de sabor y como antioxidantes empleados en los alimentos; eliminan la rancidez de grasas y aceites; evitan el oscurecimiento químico; reducen la turbidez y clarifican jarabes, estabilizan colores, y desde luego, se utilizan para reforzar los sabores de los productos. (Malagón, 2007)

**1. Ácido cítrico.** Este ácido se encuentra abundantemente en la naturaleza, especialmente en cítricos. Se utiliza para proporcionar sabor ácido como complemento de los sabores cítricos. Es muy soluble, de aplicación universal, relativamente económico y se emplea en casi todos los productos. A temperaturas superiores a los 120 o C produce sabores quemados indeseables por lo que no se aconseja utilizarlo en caramelos que requieren aplicar el ácido a altas temperaturas. (Malagón, 2007)

**2. Ácido málico.** Es uno de los ácidos más abundantes de la naturaleza y es fácilmente metabolizable por los microorganismos. Realza los sabores en forma delicada. Actúa mejor que el ácido cítrico cuando se adiciona a jarabes muy calientes porque tiene la capacidad de no producir sabores quemados en dulces. (Malagón, 2007)

## H. Determinación de vitaminas y minerales

El análisis de vitaminas en los alimentos ha tenido mucho progreso en los recientes años. Sin embargo todavía existen algunos problemas con vitaminas que se encuentran en pequeñas concentraciones como la vitamina D3 y B12. (Paul, 2004)

La siguiente tabla muestra varios procedimientos para las determinaciones.

**Cuadro No. 5.** Técnicas para la determinación de vitaminas

Técnica	Vitamina
HPLC	A, B1, B2, C, D2, D3, E, B-caroteno K1
Análisis químico	B2, B6, C, K3
Análisis microbiológico	B, B6, B12, Biotina, Niacina, Ácido fólico

(Paul, 2004)

Para la mayoría de vitaminas liposolubles, la determinación por cromatografía de líquidos a alta presión es favorable. Para otras vitaminas, los métodos químicos y en algunos casos microbiológicos son también requeridos. (Paul, 2004)

**1. Vitaminas hidrosolubles.** Las vitaminas del grupo B presentan buena solubilidad al agua y por lo tanto, actualmente se han desarrollado métodos principalmente microbiológicos para la determinación de estos compuestos. Los métodos microbiológicos tienen claras ventajas como por ejemplo, son capaces de medir cantidades muy pequeñas de una vitamina en particular en un amplio rango de matrices y con una precisión razonable. Algunas de las vitaminas del grupo B también pueden determinarse utilizando procedimientos HPLC o mediante métodos colorimétricos. (FAO, 2010)

**a. Vitamina B12:** el nivel presente en los alimentos de esta vitamina es muy bajo, es por ello que el método microbiológico es la única manera de estimarla de forma satisfactoria. La vitamina es extraída con agua o buffer a una temperatura de aproximadamente 100 C por 10-30 min. El microorganismo de ensayo que se utiliza es el *Lactobacillus leichmanii* y la turbidez de la suspensión celular del método se mide a 580 nm. (FAO, 2010)

Sin embargo hay otros métodos que actualmente se utilizan para la determinación de dicha vitamina como el método de Espectrofotometría ultravioleta. (Botet & Garcia, 2009)

**b. Ácido fólico (Vitamina B9):** la cantidad de ácido fólico en los alimentos es muy baja, es por ello que el ensayo microbiológico es la única manera de estimar la actividad del folato en forma satisfactoria. Dado que los folatos se presentan con diferentes unidades de ácido glutámico es necesario someter al extracto de la muestra a un tratamiento enzimático con decojugasa. El uso de un microorganismo de ensayo resistente al cloranfenicol facilita el ensayo porque así la preparación de la muestra y el trabajo con el microorganismo de ensayo no tienen que realizarse bajo condiciones estériles. El microorganismo de

ensayo que se utiliza es el *Lactobacillus casei* el cual es resistente al cloranfenicol facilita el ensayo de forma considerable. La turbidez de suspensión del método se mide a 660 nm. (FAO, 2010)

**c. Vitamina C (ácido ascórbico):** el ácido ascórbico es fácilmente oxidado a ácido dehidroascórbico (ADA) y por lo tanto, es necesario seleccionar las condiciones de extracción en forma cuidadosa con el fin de minimizar las posibles pérdidas debido a las etapas de preparación de las muestras. Las soluciones de extracción más comúnmente utilizadas son las de los ácidos metafosfóricos, oxálico y acético y mezcla de ellos. (FAO, 2010)

Existen básicamente dos enfoques diferentes para la determinación del ácido ascórbico:

- La determinación presente en la muestra o en el extracto de muestra ignorando alguna presencia posible de ADA.
- La determinación total que incluye la suma de ácido ascórbico y ADA utilizando un método que transforma ya sea el ácido ascórbico a ADA o el ADA a ácido ascórbico. (FAO, 2010)

Todos los métodos que utilizan las propiedades reductoras de la molécula de ácido ascórbico pertenecen a la primera categoría. (FAO, 2010)

Se pueden utilizar muchos reactivos y todos ellos, el 2,6-diclorofenolindo fenol (DCFI) es ciertamente el más utilizado debido a que su uso es simple y los resultados en general confiables. Este es de color azul profundo pero incoloro cuando es reducido por ácido ascórbico, por lo tanto es fácil titular volúmenes fijos del extracto de la muestra hasta que permanezca un color rosado y comparar el volumen de reactivo utilizado con aquellos de una solución estándar de concentración conocida de ácido ascórbico. (Deutsch & Weeks, 2005)

Uno de los métodos más específicos que pertenecen a la segunda categoría fue desarrollado por Deutsch y Weeks y se basa en la medición de ADA después de la oxidación de todo el AA utilizando ya sea oxígeno unido a carbón u otro oxidante tal como yodo. El ADA formado es luego derivatizado con o-fenilendiamina para formar un derivado fuertemente fluorescente, el que puede cuantificarse fácilmente por la comparación con soluciones estándares. El método es un procedimiento AOAC de acción final. (Schup & Keck, 1990)

En años recientes, diversos investigadores han publicado procedimientos que utilizan HPLC para separar y cuantificar ácido ascórbico y/o ADA. (FAO, 2010)

**Ilustración No. 2.** Condiciones cromatografía para la determinación de ácido ascórbico

Columna	Acero inoxidable; 250x4,0 m
Fase estacionaria	Hypersil ODS (Shandon), 5 µm
Fase móvil	Buffer acetato <sup>a</sup> : Metanol: Agua (15:40:945)
Flujo	0,8ml/min
Presión	90 bar
Volumen de inyección	10-20 µl
Detección	UV: 254 nm
Tiempo de retención	aprox. 6-8 min
Estándar	aprox. 10 µg/ml
Cálculo	Método estándar externo Recuento de área o altura
<sup>a</sup> Buffer acetato: 36,8 g de acetato de sodio*3H <sub>2</sub> O disueltos en 800 ml de agua, 101 ml de ácido acético, pH ajustado a 3,8 y diluido a 1000 ml con agua.	

(FAO, 2010)

**2. Minerales.** En la actualidad, está disponible una amplia variedad de métodos analíticos para el análisis de minerales y elementos traza en los alimentos. Con el fin de obtener resultados precisos y exactos, se debe controlar cuidadosamente las siguientes etapas durante el análisis (FAO, 2010):

- Recolección de la muestra
- Pre tratamiento de la muestra
- Descomposición de la muestra
- Validación de los métodos y datos analíticos
- Análisis instrumental. (FAO, 2010)

Los métodos más fuertemente utilizados incluyen:

**a. Espectrofotometría.** Hace tres décadas era la técnica más común para el análisis de metales en los alimentos. Sin embargo ha perdido importancia en años recientes debido al desarrollo de nuevas técnicas tales como la espectrometría de absorción atómica. Se basa en la relación entre la absorción de la radiación visible o ultravioleta cercana de una solución y la concentración de las especies coloreadas

en la solución. El analito tiene que ser convertido a un complejo coloreado antes del análisis. (Marczenko, 2006)

La instrumentación básica es todavía relativamente simple y de bajo costo en comparación con los instrumentos que se requieren para las otras técnicas de análisis de metales. El método puede automatizarse fácilmente para el análisis rutinario y da resultados con una buena sensibilidad y precisión. Las desventajas de esta técnica son que a menudo se requiere un control estricto del pH y un estado de oxidación específico y también puede haber problemas con la interferencia de otros metales (Marczenko, 2006)

**b. Fluorimetría.** El método es relativamente barato y es muy sensible a varios órdenes de magnitud mejor que la espectrofotometría. Se utiliza frecuentemente para la determinación de elementos traza en muestras biológicas y en alimentos que son más difíciles de analizar con otras técnicas. Se basa en la transformación de ciertos metales en complejos orgánicos asociados con iones o quelatos fluorescentes que tienen la característica de absorber luz de una longitud de onda y en su lugar emitir luz de otra longitud de onda. La luz emitida o fluorescencia es proporcional a la concentración del analito. (Koh & Thamara, 1995)

**c. Espectrometría de absorción atómica.** El método se basa en los átomos libres producidos en un atomizador a partir de una muestra (llama u horno de grafito calentado eléctricamente) que puede absorber radiación de su longitud de onda específica de resonancia generada por una fuente externa (por ejemplo un cátodo hueco o una lámpara de descarga sin electrodos). Si la luz de esta longitud de onda específica pasa a través del atomizador que contiene el vapor atómico del elemento, parte de la luz será absorbida, y el grado de absorción será proporcional a la densidad de átomos en el paso de la luz. (Vandecasteele & Block, 1993)

Más de 60 elementos metálicos pueden determinarse, en un amplio rango de concentraciones mediante este método con una buena sensibilidad y precisión (Vandecasteele & Block, 1993). Diferentes formas de introducción de la muestra y atomización han sido desarrolladas para esta técnica la cual puede automatizarse fácilmente para el análisis rutinario. (FAO, 2010)

**d. Espectrometría de absorción atómica en llama.** La espectrometría de absorción atómica en llama es probablemente la técnica más ampliamente utilizada para el análisis de metales en alimentos debido a su simplicidad, alto rendimiento de muestras y el costo relativamente bajo de su instrumentación. Permite la determinación de la mayoría de los elementos traza en los alimentos en el rango de mg/kg con una precisión de 0,3-1% (a absorbancias  $>0,1-0,2$ ) y una exactitud de aproximadamente 0,5-5%. (FAO, 2010)

La llama se utilizó exclusivamente como fuente de atomización en los primeros años del desarrollo de la espectrometría de absorción. La solución de la muestra se aspira vía un nebulizador dentro de la llama de Aire/Acetileno u Óxido Nitroso/Acetileno donde se evapora el solvente y los sólidos remanentes se separan en átomos. La FAAS no es muy susceptible a los efectos de la matriz, aunque pueden encontrarse interferencias. Las interferencias físicas pueden ocurrir debido a cambios en la viscosidad de la solución, lo que influye en su velocidad de aspiración dentro de la llama y, por lo tanto, en la cantidad de analito en la llama. (Vandecasteele & Block, 1993)

Los errores debido a interferencias físicas se pueden reducir mediante la compatibilización de la matriz. Las interferencias de ionización se encuentran cuando el grado de ionización del analito en la llamarada es diferente para las muestras que para los estándares debido a que los átomos e iones no absorben en la misma línea espectral. Los elementos alcalinos y alcalinos térreos se ven especialmente afectados por esta interferencia. (Vandecasteele & Block, 1993)

Las interferencias de ionización pueden ser reducidas al agregar un supresor de la ionización, el cual proporciona una alta concentración de electrones para suprimir la ionización del analito (por ejemplo adición de Cesio para el análisis de Sodio). Las interferencias químicas en la Espectrometría de Absorción Atómica de Llama son causadas a menudo por aniones que forman compuestos de baja volatilidad como por ejemplo óxidos refractarios (Boro, Aluminio, Hierro o Vanadio), fosfatos y sulfatos (Magnesio, Calcio). En algunos casos, tales interferencias pueden eliminarse al agregar una agente liberador que reacciona de preferencia con las especies que interfieren y evita su reacción con el analito. (Vandecasteele & Block, 1993)

Entre otros métodos que se pueden mencionar para la determinación de minerales se encuentran:

- Espectrometría de absorción atómica de horno grafito
- Espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros
- Espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente
- Espectrometría de masa de plasma acoplado inductivamente. (FAO, 2010)

La elección del método analítico, por lo general depende de la instrumentación disponible, la experiencia de laboratorio y los niveles de concentración del analito.

## **I. Determinación de proteínas**

Existen varios métodos para la cuantificación de proteínas, pero la mayoría tiene como principio alguna reacción química de los grupos alquilo o arilo de los diferentes aminoácidos. El método de Biuret es la técnica más simple para la determinación de proteínas solubles. (Herrera C. , 2003)

Por su costo las proteínas son importantes en la dieta por lo que su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Siendo el método de Kjeldahl el método oficial y el más confiable para su cuantificación, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. (FAO, 2010)

## **J. Importancia de la vida de anaquel actualmente**

La vida de anaquel es el tiempo después de que el producto alimenticio se elaboró y empacó, que bajo ciertas condiciones de almacenamiento, el producto va a preservar sus características sensoriales, fisicoquímicas, funcionales y nutricionales. Asimismo, en este tiempo, el producto debe preservar sus características microbiológicas, por lo que no le va causar ningún daño al consumidor. Cada alimento procesado tiene una vida de anaquel microbiológica, química y sensorial específica, ya que cada alimento se deteriora a diferente velocidad según sus características y condiciones de almacenamiento. (Man, 2002)

El estudio de vida de anaquel en los alimentos es de gran importancia actualmente, ya que esto permite que el producto pueda ser distribuido a nivel mundial, sin que el mismo pierda sus características sensoriales, fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas, al igual que su frescura. (Man, 2002) El aumento de la vida de anaquel se debe a que han logrado que el producto sea más estable, por medio del procesamiento, el empaque o la adición de algunos aditivos que ayudan a preservarlo a lo largo de toda la cadena alimenticia. El estudio de la vida de anaquel del producto, le provee a la industria o a las personas que desarrollan los productos, la garantía que el consumidor va a recibir un producto de alta calidad, con respecto a todas las características mencionadas del producto, durante cierto periodo después de la producción del mismo. (Sewald, 2010) Para los lugares en donde se venden o distribuyen alimentos, como los supermercados, la vida de anaquel también les interesa, ya que únicamente aceptan productos que tengan un mínimo del 75% restante de su vida de anaquel, ya que deben garantizarse que venden un producto satisfactorio para evitar problemas con los clientes con respecto a la calidad. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010) Por último, al consumidor también le interesa la vida de anaquel de manera de tener el conocimiento de cuánto tiempo puede mantener el producto almacenado

hasta que el mismo se descomponga, al igual que cada vez los consumidores exigen que los productos tengan una vida de anaquel mayor. (Man, 2002)

## **K. Deterioro de los productos alimenticios procesados**

El deterioro de los alimentos procesados proviene principalmente factores químicos, microbiológicos, enzimáticos y por el contenido de humedad. El crecimiento de microorganismos puede afectar el producto de dos formas, puede tener microorganismo alteradores los cuales afectan el producto sensorialmente o por el crecimiento de microorganismos patógenos, los cuales afectan la salud del consumidor. La actividad enzimática es otro factor que puede afectar la vida de anaquel del producto, ya que puede causar la oxidación de los lípidos causando la rancidez, al igual que alterar el color, aroma, sabor o la textura del producto. Por último, el contenido de humedad o la migración del vapor del producto pueden causar cambios en las características sensoriales y cambios en la actividad de agua. (Sewald, 2010) Por lo tanto, para la mayoría de los alimentos y bebidas, su calidad disminuye con el tiempo, por lo que es importante conocer los cambios que ocurren en el alimento que puedan afectar su calidad, para tratar de minimizarlas y prolongar la vida de anaquel.

**1. Reacciones químicas.** Varias de las reacciones químicas que ocurren dentro de los alimentos, pueden causar el deterioro del mismo, afectando sus características nutricionales y sensoriales, al igual que pueden afectar la inocuidad del alimento. Estas reacciones químicas son afectadas por la luz, el empaque, concentración de oxígeno, temperatura y actividad de agua. Las reacciones químicas principales que ocurren en los alimentos durante el procesamiento y el almacenamiento son la oxidación de lípidos, hidrólisis y el pardeamiento no enzimático. Sin embargo, los productos de confitería, geles de frutas y las botanas de frutas sufren principalmente del pardeamiento no enzimático, que involucra la reacción de Maillard y la caramelización. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**a. Pardeamiento no enzimático.** El pardeamiento no enzimático, es una de las reacciones químicas que causan un mayor deterioro durante el almacenamiento de los productos alimenticios, principalmente alimentos deshidratados o concentrados. (Robertson, 2010) Se caracteriza principalmente por la obtención de compuestos aromáticos y el oscurecimiento del producto, por lo que afecta el producto sensorialmente. (Man, 2002) En algunos casos, estas reacciones pueden mejorar las características sensoriales, pero en otros la puede perjudicar, ya que puede degradar algunos pigmentos y puede provocar un oscurecimiento indeseado. Las reacciones involucradas de oscurecimiento en donde intervienen los azúcares reductores son la reacción de Maillard y la caramelización. (Badui, 2013)

La reacción de Maillard se lleva a cabo en tres etapas. La primera etapa involucra la condensación simple entre un aldehído o un azúcar reductor y un grupo amino, el cual usualmente proviene de una

proteína o un amino ácido. En esta etapa, no ocurre ningún tipo de pardeamiento. En la segunda etapa, se empiezan a formar compuestos volátiles o solubles y en la última etapa se empiezan a formar polímeros insolubles que dan las coloraciones cafés. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

La velocidad de la reacción aumenta cuando aumenta la temperatura, el tiempo de calentamiento y la cantidad de grupos amino libres y de aldehídos. También aumenta la velocidad de la reacción, cuando se tienen condiciones alcalinas y grupos fosfatos. Es importante controlar la reacción, debido a que puede afectar las características sensoriales del producto, al igual que el valor nutricional del mismo, debido a que algunos aminoácidos esenciales, como la lisina, tienden a reaccionar con los azúcares reductores. Asimismo, puede dar la formación de compuestos cancerígenos, como las acrilamidas. (Man, 2002)

La caramelización, también es conocida como pirólisis, la cual ocurre cuando los azúcares se calientan por encima de su punto de fusión. Las condiciones requeridas para que se lleve a cabo esta reacción, se observan en la tabla que se presenta a continuación. Se presenta usualmente en alimentos que se tratan térmicamente a temperaturas bastante elevadas, como con la leche condensada y azucarada, algunos derivados de panificación, frituras y algunos productos de confitería. Comercialmente esta reacción se lleva a cabo controlada para obtener las características deseadas. (Badui, 2013) Por último, la vitamina C o el ácido ascórbico, también puede participar en el pardeamiento no enzimático, al igual que el calentamiento de lípidos insaturados con compuestos amínicos, que causa la polimerización de las grasas. (Man, 2002)

**Cuadro No. 6.** Condiciones generales requeridas de las reacciones de oscurecimiento

<b>Nombre de la reacción</b>	<b>Oxígeno</b>	<b>Grupos amino</b>	<b>Temperatura elevada</b>	<b>pH óptimo</b>	<b>Azúcares reductores</b>
Caramelización	No	No	Sí	Alcalino/ácido	Sí
Reacción de Maillard	No	Sí	No	Alcalino	Sí
Oxidación ácido ascórbico	Sí	No	No	Ligeramente ácido	No

(Badui Dergal, 2006)

**2. Cambios físicos.** Las características físicas de un producto, incluyen propiedades geométricas, térmicas, ópticas, reológicas, mecánicas, eléctricas e hidrodinámicas. Las propiedades geométricas incluyen el tamaño y dimensiones del producto, como por ejemplo, la forma, tamaño, volumen,

densidad y el área superficial, al igual que las características de textura geométrica. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Los principales cambios físicos que pueden afectar la calidad del producto son la absorción de humedad, ya que el empaque no está actuando como la barrera adecuada para evitar el ingreso de agua. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**3. Cambios microbiológicos.** Los microorganismos pueden causar cambios deseados e indeseados dentro de los alimentos afectando su calidad. El crecimiento de los microorganismos o el deterioro causado por los mismos, es considerado uno de los factores más importantes para determinar la vida de anaquel del producto, ya que pueden afectar la seguridad del producto hacia el consumidor. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Los dos grupos principales de microorganismos que se encuentran en los alimentos, son bacterias y hongos, aunque también pueden ser afectados por mohos y levaduras. Usualmente es más común la presencia de bacterias en los alimentos, ya que crecen y se desarrollan con más rapidez que los hongos. Las etapas de desarrollo de los microorganismos consisten de la fase de latencia, en donde los microorganismos se acostumbran a los nutrientes y por lo tanto empiezan el proceso de reproducción. Luego, ocurre la fase logarítmica, en donde se empiezan a multiplicar o reproducir hasta que alcanzan el número máximo de células, que es lo que se conoce como la fase estacionaria, ya que se empiezan agotar los nutrientes, se acumulan los productos de desecho y hay sobrepoblación, por lo que el crecimiento empieza a decaer. Por último, se tiene la fase decreciente, en donde las bacterias ya no encuentran un ambiente favorable para desarrollarse, por lo que las mismas empiezan a morir. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

El deterioro microbiológico puede ocurrir por los factores intrínsecos y por factores extrínsecos. Los factores intrínsecos son propios del alimento, los cuales pueden ser por limitaciones del sustrato, la disponibilidad de nutrientes, el pH, potencial redox, la actividad de agua y la presencia de agentes antimicrobianos. Por el otro lado, los factores extrínsecos, son limitaciones ambientales relacionadas con el almacenamiento de los alimentos, los cuales pueden estar afectados por la humedad relativa, la temperatura y la composición de la atmósfera. (GENMIC, 2013) Al controlar estos factores, tanto intrínsecos como extrínsecos, se puede prevenir el crecimiento de microorganismos, que ayuda también a aumentar la vida de anaquel. Por lo tanto, es importante desarrollar el producto con una combinación de los ingredientes apropiados, de manera de que el pH y la actividad de agua sean desfavorables para el crecimiento de microorganismos, al igual que pueda contener inhibidores de los mismos. (Sewald, 2010)

El crecimiento de los microorganismos se puede monitorear por medio de distintos métodos, al igual que con otras reacciones, como producción de gas, sinéresis, cambios en el color, textura y viscosidad. (Sewald, 2010)

La concentración de nutrientes ayuda a determinar la velocidad de crecimiento de un microorganismo, debido a que la relación de estos dos factores es directamente proporcional, tal como lo describe la ecuación de Monod (Ecuación No.1):

Ecuación No. 1

$$\mu = \frac{\mu_{\max} S}{S + K_S}$$

Ecuación No. 1:

En donde:

$\mu$  es la velocidad de crecimiento

$\mu_{\max}$  es la velocidad máxima que puede alcanzar el microorganismo

$S$  es la concentración del nutriente limitante

$K_S$  es la constante de saturación

Debido a la baja disponibilidad de agua y las altas temperaturas que se requieren para prepararlos, los productos de confitería son alimentos que se consideran estables. Estos productos raramente sufren del crecimiento microbiano, a menos que se manipulen inadecuadamente. Los principales microorganismos que afectan estos productos son especies de los géneros Bacillus y Clostridium, al igual que mohos y levaduras. (GENMIC, 2013)

**Cuadro No. 7.** Crecimiento de microorganismos en relación a la actividad de agua.

Grupo de microorganismos	Actividad de agua mínima
Bacterias	0.91
Levaduras	0.88
Hongos	0.80
Bacterias halófilas	0.75
Hongos xerófilos	0.65
Levaduras osmófilas	0.60

(GENMIC, 2013)

**Cuadro No. 8.** Desarrollo de los microorganismos según el pH

Microorganismo	Rango de crecimiento de pH	pH óptimo de crecimiento
Bacterias	4.5 a 9.0	6.5 a 7.5
Hongos	4.0 a 6.0	Mohos: 2.0 a 11.0
Levaduras	2.0 a 9.0	---

(GENMIC, 2013)

**Cuadro No. 9.** Límites inferiores de actividad de agua, pH y temperatura, del crecimiento de algunos microorganismos

Tipo de organismo	Nombre del organismo	Actividad de agua mínima	pH mínimo	Temperatura mínima (°C)
Bacteria	Bacillus cereus (mesófilo)	0.93	4.9	10
	Bacillus cereus (psicótrofico)	0.93	4.9	5
	Brochotrrix thermosphacta	0.94	4.6	0
	Campylobacter spp.	0.98	4.9	30
	Clostridium botulinum (no proteolítico)	0.97	5.0	3.3
	Clostridium botulismo (proteolítico)	0.94	4.6	10
	Clostridium perfringens	0.96	4.5	5
	Escherichia coli	0.95	4.4	7
	Lactobacillus spp.	0.93	3.0	4
	Listeria monocytogenes	0.92	4.3	0
	Bacterias ácido lácticas	0.95	3.5	5
	Pseudomonas spp.	0.97	5.0	-2
	Salmonella spp.	0.95	4.0	5
Staphylococcus aureus	0.86	4.0	7	
Moho	Aspergillus flavus	0.78	2.0	3
Levadura	Saccharomyces cerevisiae	0.90	2.3	0

(Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**4. Reacciones enzimáticas.** Las enzimas son proteínas que llevan a cabo reacciones bioquímicas a altas velocidades. Éstas no se consumen durante la reacción y son altamente específicas con respecto a los sustratos. Todas las células, incluyendo los microorganismos, al igual que las plantas y animales producen enzimas, para llevar a cabo reacciones metabólicas y transformaciones químicas necesarias para el funcionamiento adecuado de las mismas. En los alimentos tienen un gran interés, ya que son responsables de algunos cambios que pueden beneficiar o perjudicar la calidad del mismo. (Badui Dergal, 2006)

El conocimiento del deterioro enzimático que sufre un alimento es esencial para la determinación del procesamiento que requiere el producto, elección del empaque adecuado, al igual que para determinar el control que se debe tener durante el almacenamiento. Esto se debe a que el pardeamiento enzimático puede reducir la vida de anaquel del producto y puede afectar las propiedades sensoriales, afectando la aceptabilidad del producto de los consumidores. En las frutas y vegetales, por la presencia de enzimas y ácidos grasos de cadena larga, se da la formación de sabores indeseados y de aromas desagradables relacionados con la pudrición del producto o la degradación de algunos tejidos. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Los factores principales que se deben utilizar para controlar la actividad enzimática pueden ser por medio de métodos físicos o químicos, al igual que parámetros dentro del alimento. Los métodos físicos requieren el control del procesamiento, tomando en cuenta la relación del tiempo y la temperatura para la inactivación de las mismas (escaldado). Por el otro lado, los métodos químicos, requieren la adición de aditivos o químicos que puedan inhibir la acción enzimática, como por ejemplo sulfitos, ácido ascórbico y sus derivados e isómeros. (Man, 2002) Los parámetros que se deben controlar dentro del alimento son: la actividad de agua, pH y contenido de los sustratos enzimáticos. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Los factores mencionados anteriormente son importantes al elegir el empaque, ya que el empaque debe ser capaz de controlar ciertos parámetros para evitar el deterioro del producto. Entre los factores principales que se deben tomar en cuenta, es que el empaque logre mantener las temperaturas bajas para retardar la acción enzimática, que puede ayudar a prolongar la vida de anaquel. Asimismo, al empacar un producto, se debe tomar en cuenta la actividad de agua del mismo, ya que a menor actividad de agua, se tiene menor actividad enzimática. Por último, para algunos productos, el empaque debe evitar el ingreso de oxígeno, ya que hay reacciones catalizadas por enzimas que requieren de oxígeno, como por ejemplo, el pardeamiento enzimático en frutas y vegetales por la oxidación de los compuestos fenólicos. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

## 5. Degradación de las vitaminas

**Cuadro No. 10.** Estabilidad de las vitaminas por la luz, calor, la oxidación y por las altas temperaturas

Vitaminas	Oxígeno	Luz	Temperatura	Perdidas máximas en el cocimiento (%)
C	Poco estable	Inestable	Muy inestable	100
B9	Estable	Inestable	Estable	---
B12	Inestable	Estable	Estable	100

(Badui, 2013)

**Cuadro No. 11.** Estabilidad de las vitaminas según el pH

Vitaminas	Neutro (pH=7)	Acido (pH<7)	Alcalino (pH>7)
C	Inestable	Estable	Inestable
B9	Estable	Inestable	Inestable
B12	Estable	inestable	Estable

(Badui, 2013)

## L. Factores que afectan la vida de anaquel

El deterioro de los alimentos está relacionado con los factores intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos forman parte de la naturaleza y características del alimento, mientras que los factores extrínsecos están relacionados con las condiciones en las que se encuentra el alimento. Es de gran importancia conocer estos factores, ya que están directamente relacionados con la vida de anaquel del producto, al igual que son necesarios para determinar el empaque adecuado, para garantizar que éste minimice los cambios indeseados y ayude a mantener las características deseadas del producto. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**1. Factores intrínsecos.** Los factores intrínsecos son parte del alimento y están relacionados con la naturaleza y sus características inherentes, tales como la composición química, las propiedades biológicas y las características físicas del alimento. Entre estos se encuentran el pH, actividad de agua y el potencial de óxido reducción (redox). Otros factores que pueden influir, son la presencia de aditivos, preservantes, el contenido de nutrientes o de componentes antimicrobianos.

**a. Acidez y pH:** el pH y la acidez afectan directamente la vida de anaquel del producto y la seguridad del mismo hacia el consumidor. El pH de un alimento varía según su composición y a formulación. Por ejemplo, la presencia de ácidos inorgánicos y orgánicos en el mismo, afecta el pH al igual que el crecimiento de microorganismos, ya que algunos tienen efectos antimicrobianos. En el caso de los ácidos orgánicos, su capacidad de preservar alimentos está relacionada con la presencia del ácido de forma disociada, que está determinado por la constante de disociación (pK) y el pH del alimento. (Man, 2002)

El pH también afecta el crecimiento de los microorganismos, debido a que éstos tienen un rango de pH establecido en el que pueden desarrollarse. Por lo tanto, es importante conocer el pH del alimento, para conocer que microorganismo pueden crecer en el mismo. Asimismo, al realizar el análisis de vida de anaquel, es importante tomar en cuenta los cambios que puedan ocurrir en el pH del producto, ya que eso puede significar el crecimiento de algunos microorganismos. Por ejemplo, si el pH disminuye, puede indicar el crecimiento de mohos, por lo que la inocuidad y calidad del producto estaría afectada. Por último, el pH también afecta varias reacciones químicas y bioquímicas, principalmente el pardeamiento enzimático y no enzimático, los cuales afectan la calidad sensorial del producto, por lo que también afecta la vida de anaquel. (Man, 2002)

**b. Potencial redox:** el potencial redox se conoce comúnmente como la habilidad que tiene una sustancia de perder o ganar electrones. La oxidación ocurre cuando una sustancia pierde un electrón o cuando el compuesto o la sustancia reacciona con oxígeno. Por lo tanto, la presencia de oxígeno afecta tanto la oxidación y la reducción de la sustancia. Asimismo, el potencial redox, es esencial para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos, al igual que para que se lleven a cabo ciertas reacciones enzimáticas y químicas, debido a que algunas requieren de oxígeno. Por ende, el potencial redox es muy importante para preservar a los alimentos y evitar el crecimiento microbiano. (Man, 2002)

**c. Actividad de agua y humedad:** el contenido de agua es uno de los factores más importantes que se deben de tomar en cuenta para la determinación de la vida de anaquel, debido a que permite el crecimiento y desarrollo de microorganismos, al igual que permite varias reacciones químicas dentro de los productos. El agua en los alimentos puede estar de dos maneras: libre o ligada. La actividad de agua de un alimento es la cantidad de agua disponible o libre, para el crecimiento de los microorganismos, para reacciones químicas y para ser un medio para la movilización de compuestos. Ésta afecta las propiedades coligativas y reológicas de los alimentos. Asimismo, influye en las reacciones químicas, físicas, enzimáticas y microbiológicas que ocurren dentro del alimento. Por el otro lado, el agua ligada no puede participar en ninguna reacción, sino que está ligada a ciertos compuestos como: azúcar, sal, gomas u otros compuestos osmóticos. Estos compuestos reducen la presión del vapor del agua. (Badui, 2013)

Cuando el nivel de humedad cambia en los productos alimenticios, las propiedades sensoriales pueden ser alteradas. Por lo tanto, el cambio de humedad en el alimento puede ser monitoreado por cambios en el peso del alimento en el empaque. (Sewald, 2010)

El equilibrio de la humedad relativa, es la humedad relativa del aire que está rodeando al producto, en donde el mismo no gana ni pierde humedad. Por lo que si se tiene una humedad mayor al equilibrio, el producto gana humedad y si tiene una humedad menor al equilibrio el producto pierde humedad. El equilibrio de la humedad relativa se utiliza para determinar el empaque adecuado, ya que es un indicador de las reacciones que pueden ocurrir en el producto. El empaque sirve como una barrera para la humedad, ya que sin el mismo, los cambios de humedad en el alimento son directamente proporcionales con los cambios de la humedad relativa. (Sewald, 2010)

El contenido de humedad y la actividad de agua en un alimento es de gran importancia, ya que afectan el deterioro del alimento, ya sea por la acción de microorganismos o enzimas, pardeamiento no enzimático, al igual que cambios en la textura. El cambio de humedad en el alimento, puede ser monitoreado por medio de los cambios en el peso del alimento empacado. (Sewald, 2010)

**2. Factores extrínsecos.** Los factores extrínsecos son el conjunto de características del medio ambiente en donde se almacena o conserva el alimento, que pueden afectar el deterioro del alimento. Entre estos factores se encuentran la temperatura, humedad relativa, la presencia de gases en la atmósfera y la presencia de luz. Estos factores pueden ser controlados hasta cierto punto por el empaque, ya que puede evitar que estos factores afecten las características del producto. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**a. Temperatura:** es uno de los factores principales que puede afectar la vida de anaquel. Esto se debe a que el aumento de la temperatura acelera algunas reacciones químicas y biológicas, los cuales causan cambios indeseados, como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, cuando el producto es sensible a los cambios de temperatura, es importante que el empaque tenga propiedades para aislar. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**b. Humedad relativa:** en el ambiente es importante ya que puede influenciar la actividad de agua en el alimento a menos que el empaque provea una barrera adecuada que evite el ingreso del vapor de agua. Asimismo, aunque hay empaques que son bastante impermeables y proveen una barrera adecuada para evitar el ingreso del agua, no hay un empaque que sea completamente impermeable, por lo que la humedad relativa limita la vida de anaquel del producto, especialmente de los productos con una actividad de agua bastante baja, que absorben el agua hasta llegar a un equilibrio con la humedad del ambiente. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

c. **Gases en la atmósfera:** la presencia y concentración de los gases presentes en el ambiente alrededor del alimento tienen una influencia en el crecimiento de microorganismos, ya que estos crecen bajo ciertas condiciones de oxígeno. Asimismo, la presencia de oxígeno dentro del empaque puede causar reacciones de oxidación que afecten la calidad nutricional del producto o también puede causar que los lípidos se oxiden produciendo hidroperóxidos, los cuales luego también se oxidan y pueden reaccionar con compuestos como carotenoides, tocoferoles y ácido ascórbico. Esto causa la degradación de vitaminas y también el desarrollo de sabores indeseados. Por lo tanto, es importante, que cuando el alimento sea susceptible a la oxidación, que el empaque sea impermeable al ingreso de oxígeno. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

d. **Luz:** tiene una longitud de onda de 0.4 a 0.7  $\mu\text{m}$ , mientras que la luz ultravioleta (UV) tiene una longitud de onda de 0.2 a 0.4  $\mu\text{m}$ . Los efectos catalíticos de la luz visible, tienen mayor efecto en la degradación de los alimentos en la longitud de onda más baja de su espectro y en el espectro de la luz ultravioleta. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

La exposición de los alimentos a la luz o luz ultravioleta, puede acelerar o iniciar algunas reacciones que causen el deterioro oxidativo de lípidos, vitaminas, proteínas y algunos pigmentos en los alimentos, que puede provocar la formación de sabores indeseados, degradación de nutrientes y la descoloración. Por lo tanto, la intensidad de la luz y el tiempo de exposición a ésta, puede afectar el color, el sabor y los aromas de los alimentos empacados. Otros factores que también influyen en el efecto que tenga la luz sobre el deterioro son: la absorción de la luz y la habilidad de reflejar la luz tanto del empaque y del alimento, al igual la composición de gases dentro del empaque, la respiración del alimento y la transpiración de oxígeno del material de empaque. (Han, 2005; (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Para evitar el deterioro del alimento causado por la luz, a los envases de plástico o de vidrio, se les agregan tintes o coberturas, los cuales absorben la luz evitando que llegue al alimento. De esta manera, se logra que el empaque provea las características de barreras necesarias y que proteja al alimento de la luz. Otro aspecto en el que se puede evitar el deterioro del alimento de la luz, es evitando la presencia de oxígeno, ya que esto evita la oxidación inducida por la misma. (Han, 2005; (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

e. **Velocidad de reacciones de deterioro en los alimentos:** como se describió anteriormente, el deterioro de los alimentos puede ser causado por factores intrínsecos y extrínsecos, que puede provocar que ocurran ciertas reacciones químicas, bioquímicas, físicas y microbiológicas en el alimento, alterando la calidad del mismo. Por lo tanto, se han desarrollado varios modelos para determinar la velocidad del deterioro de todas estas reacciones.

Para el análisis cuantitativo de estas reacciones de deterioro, se debe tener un índice, que puede ser una medición de un atributo químico, físico, o sensorial, los cuales se evalúan frecuentemente para evaluar los cambios que están ocurriendo. Un aumento o una disminución en este índice de deterioro está relacionado con los cambios de calidad del alimento. Para esto, el índice de deterioro debe estar expresado en función de los factores intrínsecos y extrínsecos para que se puedan predecir los cambios. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

La ecuación que describe la pérdida de calidad es:

Ecuación No. 2

$$-\frac{dD}{d\theta} = f(I_i \cdot E_j)$$

En donde:

$-\frac{dD}{d\theta}$  es la velocidad del cambio del índice de deterioro (D) con respecto al tiempo. El signo negativo se utiliza si la concentración de D disminuye con el tiempo.

$I_i$  son los factores intrínsecos

$E_j$  son los factores extrínsecos

Debido a que los cambios calidad de los alimentos durante el procesamiento y el almacenamiento dependen de los factores intrínsecos, es posible relacionar la pérdida de la calidad con la pérdida de un componente específico, como una vitamina o un pigmento. Por lo tanto, la pérdida de la calidad puede representarse, como que es directamente proporcional a la concentración de ese componente, ya sea del componente inicial (D) o del componente que se está formando o final (G). (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Ecuación No. 3

$$-\frac{dD}{d\theta} = kD^n \quad \text{ó} \quad \frac{dG}{d\theta} = kG^n$$

En donde:

D y G son la concentración del índice de deterioro

$\theta$  es el tiempo

K es la constante de velocidad, que depende de los factores extrínsecos

n indica el orden de la reacción

$-\frac{dD}{d\theta}$  Indica la pérdida o degradación del compuesto D, por ende el signo negativo

$\frac{dG}{d\theta}$  Indica la formación del compuesto G

La ecuación No.3 indica, que los factores extrínsecos como la actividad de agua, temperatura y la luz se mantienen constantes. En el caso que estos factores no sean constantes, se debe tomar en cuenta la influencia que tienen sobre la constante K. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Para la mayoría de las reacciones de deterioro en los alimentos, el orden de la reacción es generalmente entre 0 ó 1, aunque también ocurren reacciones de segundo orden. Las reacciones de orden 0 son generalmente reacciones de pardeamiento no enzimático, oxidación de lípidos y reacciones enzimáticas. Estas reacciones tienen un comportamiento lineal, que son independientes de la concentración de los reactivos y que la velocidad de la pérdida de D o formación de G, es constante del tiempo e independiente de la concentración de D. Por el otro lado, las reacciones de primer orden, son generalmente la pérdida de vitaminas en los alimentos, pérdida de la calidad proteica y reacciones microbiológicas. Este tipo de reacciones siguen un comportamiento no lineal. (Robertson, 2010; Han, 2005) Por último, las reacciones de segundo, son poco comunes en los alimentos. Sin embargo, la pérdida de vitamina C, es de este orden ya que depende tanto de la concentración del compuesto y de la presencia de oxígeno. (Sewald, 2010)

Para el empaque del alimento, es útil conocer las concentraciones de los compuestos D y G en el que la calidad del producto ya no es aceptable. Por lo tanto, la vida de anaquel de estos productos, es el tiempo en el que las concentraciones de D y G llegan a niveles críticos inaceptables. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**3. Modelo de Arrhenius.** La ecuación de Arrhenius expresa la influencia que tiene la temperatura sobre la velocidad de las reacciones químicas, debido a que usualmente, conforme aumenta la temperatura, aumenta también la velocidad de las reacciones. Por lo tanto, es de gran utilidad al determinar la vida de anaquel, ya que describe el deterioro de un alimento durante su almacenamiento, teniendo en cuenta la influencia de la temperatura sobre los procesos de deterioro. Esta ecuación también es utilizada para predecir la vida de anaquel de los productos a cualquier temperatura desconocida. (Romero, 2008)

Ecuación No. 4

$$k = k_0 e^{\frac{E_a}{RT}}$$

Esta ecuación 4 también se puede expresar introduciendo una temperatura de referencia. Dando como resultado:

$$k = k_{ref} e^{\frac{E_a}{R \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right)}}$$

En donde:

$k$  es la velocidad de la reacción que varía con respecto a la temperatura

$K_0$  es la constante pre-exponencial

$K_{ref}$  es la constante de la velocidad de la reacción a la Temperatura de referencia elegida (escala sensorial/tiempo)

$E_a$  es la energía de activación del proceso (calorías/mol)

$R$  es la constante de los gases (1.986 mol K/caloría)

$T$  es la temperatura en la que se lleva a cabo el análisis (K)

$T_{ref}$  es la temperatura de referencia, la cual se elige en base al rango de las temperaturas con las que se va a trabajar (K)

Ecuación No 5

$$\ln k = \ln k_{ref} - \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right)$$

Para el modelo de Arrhenius, se requiere determinar la energía de activación. La energía de activación es utilizada como un parámetro de referencia para cuantificar la velocidad del cambio con respecto a la temperatura. Para calcularla, se puede utilizar un factor de deterioro del alimento, que se va evaluar en el análisis sensorial. Con esto, se puede determinar el deterioro de ese factor bajo distintas temperaturas y compararla con el control. Luego se puede realizar una gráfica en donde se gráfica  $\ln(k)$  versus  $(1/T - 1/T_{ref})$ , que produce una línea recta con la pendiente de  $-E_a/R$ . Con lo que se puede determinar la velocidad de la reacción para cada temperatura evaluada. (Hough, 2010)

**Cuadro No. 12.** Energías de activación de algunas reacciones relacionadas con el deterioro de los alimentos.

Tipo de reacción	Energía de activación (KJ/mol)
Difusión	8-40
Oxidación de lípidos	40-105

<b>Continuación Cuadro No. 12.</b> Energías de activación de algunas reacciones relacionadas con el deterioro de los alimentos.	
<b>Tipo de reacción</b>	<b>Energía de activación (KJ/mol)</b>
Degradación del sabor de vegetales deshidratados	40-105
Reacciones enzimáticas	40-130
Hidrolisis	60-110
Degradación de vitaminas	85-130
Degradación de pigmentos en vegetales deshidratados	65-150
Pardeamiento no enzimático	105-210
Desnaturalización de proteínas	350-700

(Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

Modelo de Q10. El modelo de Q10 se utiliza frecuentemente en la industria de alimentos para establecer cómo las reacciones o la vida de anaquel cambian con respecto a la temperatura, siendo un método alternativo del modelo de Arrhenius. Se define como el cambio en la vida de anaquel cuando el alimento se almacena a temperaturas que difieren por 10°C. Por lo tanto, el Q10 es el aumento en la velocidad de la reacción cuando la temperatura se eleva 10°C. (Hough, 2010)

Ecuación No. 6

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10^{\circ}\text{C}}}{k_T} = \frac{\text{Velocidad de la reacción a } (T + 10^{\circ}\text{C})}{\text{Velocidad de la reacción a } (T^{\circ}\text{C})}$$

También se puede relacionar con la ecuación de Arrhenius (Ecuación No.4), dando como resultado:

Ecuación No. 7

$$Q_{10} = \exp(E_a/R \times 10/(T(T + 10)))$$

## M. Estudio de vida de anaquel

Después de que el producto ha sido formulado y se tiene establecido el pH, la actividad de agua y la presencia de ciertos inhibidores de microorganismos, se puede determinar la vida de anaquel. El estudio de vida de anaquel es importante, ya que para la mayoría de los productos y bebidas alimenticias, la calidad

disminuye con el tiempo, hasta que se tiene un punto en el que la calidad ya no es aceptable. Ese punto, es el que se quiere encontrar al realizar el estudio de vida de anaquel. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

El primer paso en el estudio de vida de anaquel, es determinar las razones por las que la calidad del producto puede ser afectada. Las variables que se miden y los análisis que se realizan son: conteos de microorganismos, medición de la textura, análisis sensorial por medio de paneles y medición de la aceptabilidad del mercado objetivo. (Man, 2002) Al realizar los análisis para la determinación de la vida de anaquel, pueden haber varios parámetros que indiquen el final de la misma. Entre estos se encuentra el aumento o disminución de una cantidad específica de los aspectos sensoriales evaluados, al igual que puede ser que el producto haya sido deteriorado por microorganismos y que ya no sea apto para el consumo humano. Por último, cambios en el color, olor, textura y sabor pueden afectar la aceptabilidad del consumidor o del panel sensorial. Por lo tanto, el final de la vida de anaquel puede ser indicado cuando el producto tiene características físicas, químicas, microbiológicas o sensoriales indeseadas. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

**1. Métodos para la determinación de la vida de anaquel.** Existen dos tipos de métodos para la determinación de la vida de anaquel, que son los métodos directos e indirectos, como el método acelerado.

**a. Método acelerado.** La determinación de la vida de anaquel acelerada, se utiliza para reducir el tiempo necesario para estimar la vida de anaquel, ya que el estudio puede tardarse más tiempo del que se tiene disponible. Actualmente, por la globalización, se tiene una mayor necesidad de la determinación acelerada de la vida de anaquel, debido a que ya no solo hay competencia entre las diferentes industrias a un nivel nacional o local, sino que también tienen que competir con empresas internacionales. Por lo tanto, las empresas no disponen de tanto tiempo para invertir en el estudio de la vida de anaquel, la cual puede tardar de varios meses a años. En varios casos, las empresas deben determinar si el producto, proceso o el empaque cumple con la vida de anaquel adecuada, pero no tienen ni el tiempo ni los recursos para realizar el estudio de manera directa. Por lo tanto, éste método les es de gran utilidad. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010) (Man, 2002)

El estudio de vida de anaquel acelerado, se obtiene por medio de alterar algún factor extrínseco, como la temperatura, humedad, presencia de algunos gases y la luz, que tienen un efecto en el deterioro del alimento. Al someter el alimento a estos ambientes controlados, en donde el factor extrínseco se mantiene en un nivel más elevado de lo normal, la velocidad de deterioro del alimento aumenta, resultando en una disminución de la vida de anaquel. El factor extrínseco más utilizado, es el aumento de la temperatura. Como se observa en la Tabla No. 8, dependiendo del alimento y sus características, se puede someter el

mismo a diferentes temperaturas de evaluación. (Man, 2002) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

**Cuadro No. 13.** Condiciones para llevar a cabo la vida de anaquel acelerada según el tipo de producto

<b>Tipo de producto</b>	<b>Temperaturas de evaluación (°C)</b>	<b>Control (°C)</b>
Congelado	-7, -11, -15	<-40
Refrigerado	5,10, 15, 20	0
Deshidratados y alimentos de humedad intermedia	25, 30, 35, 40, 45	-18
Enlatados	25, 30, 35, 40	4

(Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

Debido a que los efectos de los factores extrínsecos se pueden cuantificar y se puede calcular la aceleración del deterioro, entonces se puede determinar la vida de anaquel verdadera del producto bajo las condiciones normales de almacenamiento. Con esto, se obtiene la vida de anaquel en una menor cantidad de tiempo, que luego se debe extrapolar para determinar la vida de anaquel normal o verdadera del producto. Es por esta razón, que el estudio de la vida de anaquel acelerada de los alimentos se basa en aplicar los conceptos de la cinética química, como se mencionó anteriormente. (Man, 2002) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

El estudio de vida de anaquel acelerado ofrece varios beneficios con respecto a la reducción de tiempo y recursos necesarios, sin embargo, también presenta algunas desventajas y limitaciones. La desventaja principal, es que para cada producto, hay diferentes factores que pueden influir en el deterioro del alimento, las cuales se deben evaluar y analizar. Asimismo, al aumentar la temperatura de almacenamiento del producto, pueden ocurrir cambios en el estado del mismo, que pueden provocar otras reacciones que no ocurrirían normalmente, por lo que se tendría un resultado que no representa la vida de anaquel verdadera del producto. Por lo tanto, la temperatura máxima a la que se puede elevar la temperatura es de 45°C, con una humedad relativa del 95%. Otra desventaja, es que las proteínas se pueden desnaturalizar, afectando los cálculos de la vida de anaquel y que los carbohidratos amorfos pueden cristalizarse en las altas temperaturas, dando como resultados una vida de anaquel más corta de la verdadera. (Man, 2002) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

**b. Método directo.** Este es el método más utilizado, el cual involucra que el producto sea almacenado bajo ciertas condiciones establecidas previamente por un periodo más largo que la esperada vida de anaquel. Para este método, se revisa el producto cada cierto tiempo, para determinar en qué momento se empieza a deteriorar el producto. Para empezar, se deben tomar en cuenta los factores propios del alimento que pueden afectar la vida de anaquel, al igual que los factores que puedan ayudar a prolongar la misma. Para esto, se deben tomar en cuenta el procesamiento, los ingredientes y el empaque. (Man, 2002)

**2. Estudio de la estabilidad.** En algunos casos, se lleva a cabo el estudio de la estabilidad del alimento, en lugar del estudio de vida de anaquel. En el estudio de la estabilidad del producto se mide la degradación de las características del producto para cierto periodo. Asimismo, se establece el tiempo en el que ya no cumple con lo requerido, por medio de establecer un valor mínimo y un valor máximo para cierta característica. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Aunque los dos tipos de estudios son parecidos, el objetivo y los métodos utilizados para analizar los resultados, son completamente diferentes. En los estudios de vida de anaquel se quiere saber principalmente cuando es que el producto ya no es apto para el consumo humano. Por el otro lado, en el estudio de la estabilidad del alimento, se quiere observar la degradación de cierta característica sobre el tiempo establecido, por lo que el tiempo en el que el producto ya no es apto no es observado, sino que se estima con los resultados y valores obtenidos con el estudio. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

En algunos casos, realizan el estudio de estabilidad antes de realizar el estudio de vida de anaquel, de manera de estimar en qué momento el producto ya no es apto para el consumo humano. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

## **N. Procedimiento para realizar el estudio de vida de anaquel**

Para realizar el estudio de la vida de anaquel, de primero se deben tomar en cuenta la propensión del alimento al ataque microbiológico al igual que los parámetros de calidad del producto que pueden ser alterados. Luego se deben determinar las reacciones de deterioro que pueden causar la pérdida de la calidad y los factores que pueden afectar la aceptabilidad del producto. Para esto se deben definir las pruebas sensoriales que se van a realizar, al igual que las pruebas fisicoquímicas. También se debe determinar los factores extrínsecos que van a ser alterados en la prueba para acelerar el deterioro del alimento. Por último, se debe determinar la frecuencia de medición de las muestras para determinar el número de muestras total que se necesitan para realizar todo el estudio de la vida de anaquel. (Hough, 2010)

**1. Análisis microbiológico.** El análisis microbiológico permite determinar la seguridad microbiológica. Para esto, es importante conocer el pH y la actividad de agua del alimento, para determinar que microorganismos pueden crecer bajo esas condiciones, al igual que conocer el procesamiento y las condiciones del almacenamiento. En el caso de los microorganismos alteradores de los alimentos, se puede realizar el análisis por medio de conteos o de análisis sensorial. En el caso de los microorganismos patógenos, se debe realizar por medio de conteos. (Hough, 2010)

Actualmente, se han desarrollado algunos modelos, de manera de reducir la necesidad de realizar el estudio de vida de anaquel, evitar las reformulaciones del producto y modificaciones del proceso, de manera de ahorrar tiempo y dinero. Para esto existen los métodos probabilísticos y métodos predictivos. En los métodos probabilísticos se evalúa la probabilidad que el microorganismo crezca bajo las características del alimento. Por el otro lado, los métodos predictivos, se utilizan para determinar la vida de anaquel de productos altamente perecederos como carne, pescado y la leche. Sin embargo, estos métodos no son completamente confiables y tienen ciertas limitaciones. (Hough, 2010)

Las frutas son productos altamente perecederos. Estas tienen usualmente un pH menor de 4.6, ya que tienen ácidos orgánicos, como el ácido málico, tartárico y cítrico. Por lo tanto, el deterioro microbiológico ocurre por la presencia de microorganismos tolerantes a condiciones ácidas, como por ejemplo hongos, levaduras y bacterias lácticas. Las levaduras están presentes usualmente acompañando a los hongos, sin embargo no tienen los mecanismos necesarios para poder crecer y desarrollarse en los tejidos de las frutas, por lo que se consideran agentes secundarios de deterioro. Por el otro lado, en el caso de los hongos, estos sí pueden desarrollarse adecuadamente y pueden producir micotoxinas en las frutas antes y después de la cosecha. En el caso de las bacterias, estas no pueden proliferarse en las frutas por el pH bajo de estas, sin embargo pueden sobrevivir por ciertos periodos, en donde se pueden causar enfermedades. (Alzamora, 2004) Según el estudio realizado por Dukalska, *et al*, 2011, para unos dulces de mermelada, se realizaron conteos para mohos y levaduras, debido a que tenían un pH menor de 4.6. En el estudio, compararon diferentes empaques con diferentes barreras, determinando que el crecimiento de levaduras no varió con el empaque, pero que lograron evitar el desarrollo de mohos con empaques al vacío.

**2. Medición del color.** El color es un atributo sensorial, ya que es percibido por los ojos. Éste es un factor importante para la percepción de la calidad del producto, ya que las personas al ver el producto juzgan si el mismo es seguro para consumirse. Por esta razón, en la mayoría de los casos, si el color no es agradable para el consumidor, no va a consumir el producto. Asimismo, el color también influye en la percepción de la intensidad del flavor del alimento, al igual que de la dulzura como en productos de confitería. Para la medición del color, se puede hacer por medio de una evaluación sensorial, al igual que utilizando colorímetros, los cuales se basan en la absorción de la luz. (Clydesdale, 2009)

Según el estudio realizado por Ahmed, et al, 2012, al trabajar con productos de frutas, la medición del color es esencial, ya que está relacionado con la senescencia del producto. Durante el almacenamiento, el color de las frutas puede ser alterado por las reacciones enzimáticas y no enzimáticas (reacción de Maillard). Las reacciones enzimáticas, pueden provocar la degradación y oxidación de los pigmentos y estas reacciones pueden ser aceleradas cuando se tiene una pérdida de humedad. En este tipo de productos, el pH también tiene una gran influencia en los cambios de color, ya que puede inhibir ciertas enzimas que pueden causar estos cambios en el color del producto.

**3. Medición de la textura.** La textura es un atributo sensorial, ya que es percibida principalmente por los labios, lengua, dientes, el paladar y los oídos, por lo que es un parámetro del alimento difícil de describir. Sin embargo, existen algunos equipos que ayudan a cuantificar la textura, ya sea en términos de dureza, viscosidad y la adhesividad. La determinación de la misma es de gran importancia, ya que afecta la calidad y aceptabilidad del producto. (Phadungath, 2004)

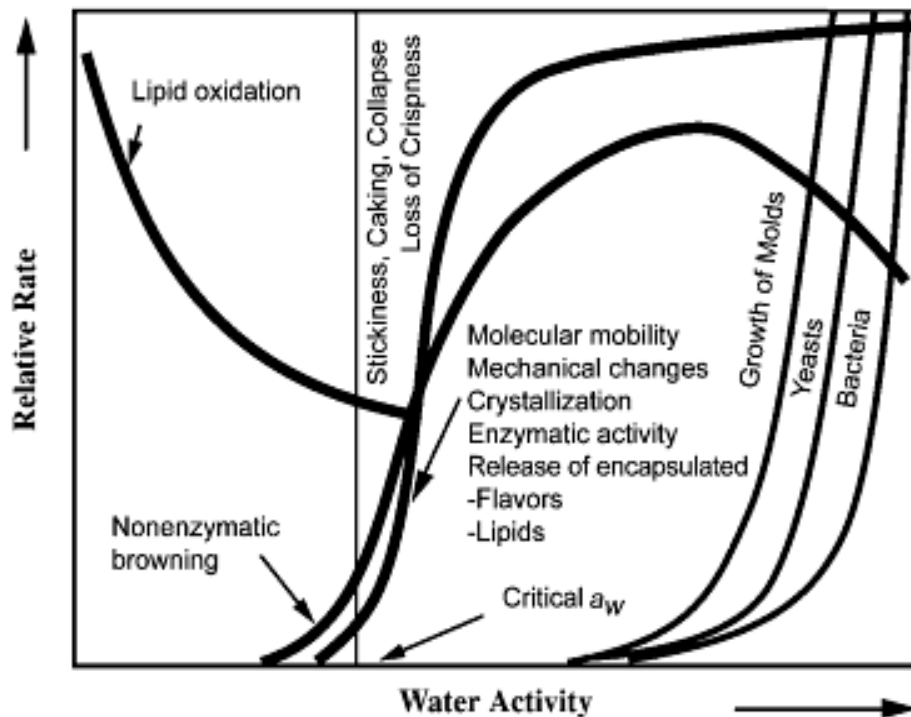
La pegajosidad o la adhesividad, es la fuerza necesaria que se requiere para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del producto y la superficie del otro material en el que se pone en contacto. Esta característica es de gran importancia en ciertos productos alimenticios como en productos de confitería, productos de panadería y pastas alimenticias, ya que puede ser percibida de manera positiva o negativa. La pegajosidad o adherencia de los productos de confitería, usualmente es un aspecto negativo, ya que en algunos casos se puede adherir al material de empaque, que puede dañar la percepción del producto por parte del consumidor, al igual que puede dañar la superficie del producto. (Phadungath, 2004)

Asimismo, la dureza es la fuerza requerida para la compresión de la comida entre las molares para obtener una deformación. En este tipo de productos es importante, ya que el producto puede perder la turgencia a lo largo de la vida de anaquel. La cohesividad es la medida de que tanto soporta la estructura de un producto la compresión, antes de alcanzar su punto de ruptura. Sensorialmente se define como la fuerza de los enlaces internos que conforman el producto, por lo que si se tiene un valor más grande, se tiene mayor cohesividad. (Phadungath, 2004)

La medición de la textura de los productos de confitería es de gran importancia, ya que puede ocurrir un endurecimiento del producto por la cristalización de los azúcares. En el estudio realizado por Tan, Johanna M, sobre la vida de anaquel y la calidad de malvaviscos, el endurecimiento es la causa principal de deterioro en los mismos, que se debe por la pérdida de humedad. Sin embargo, con la ganancia de humedad, puede ocurrir el efecto contrario, en donde el producto se vuelve más pegajoso y blando. Ambos casos, causan cambios indeseados en la textura del producto. (Tan & Lim, 2008) En otro estudio realizado por Orsi et al, 2000, sobre los cambios de textura en productos de confitería bajo diferentes condiciones de

almacenamiento, determinó que el aumento del contenido de humedad, disminuye la dureza del gel al igual que hubo un aumento de sabores amargos.

**Ilustración No. 3.** Cambios en las características del producto, con respecto a la actividad de agua.



(Barbosa-Canovas, 2007)

**4. Análisis sensorial.** Cuando se analiza la vida de anaquel, de primero se debe tomar en cuenta el análisis microbiológico, químico y físico, de manera de tener la garantía que el producto todavía es seguro para el consumo. Luego, se puede llevar a cabo el análisis sensorial, debido a que es bastante importante por la aceptabilidad del mismo, ya que aunque microbiológicamente sea aceptable, no quiere decir que va a tener aceptabilidad por parte del consumidor. Por esta razón, es que sin importar el método que se realice, el análisis sensorial siempre se utiliza. (Man, 2002) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

Los dos tipos de análisis sensorial que se deben llevar a cabo son pruebas dirigidas hacia el producto, como pruebas de discriminación y cuantitativas, al igual que pruebas dirigidas hacia el consumidor, como pruebas de preferencia y aceptabilidad. (Man, 2002) Las pruebas dirigidas hacia el consumidor son pruebas afectivas y están dirigidas a evaluar las preferencias y los gustos de los consumidores. Para esto se debe elegir una muestra aleatoria numerosa, que está compuesta por personas representativas de la población a la que va dirigida. Las pruebas orientadas hacia el producto, son pruebas descriptivas, en donde se utilizan

paneles sensoriales entrenados que constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial y los cuales han sido entrenados para evaluar las características que se requieren. Por lo tanto, estos funcionan como el instrumento de medición, proveyendo información cuantitativa. (Hough, 2010)

En el estudio de vida de anaquel, se realizan pruebas dirigidas hacia el producto o pruebas descriptivas. Los análisis que se realizan para estimar la vida de anaquel, son la prueba de comparación pareada, prueba dúo -trío y la prueba triangular. Para realizar estas pruebas, se debe determinar un descriptor o definir las características que se esperan que cambien a lo largo del estudio de la vida de anaquel. Cuando se definen varios descriptores, se debe elegir uno que sea crítico, que es el que va limitar la vida de anaquel, ya sea porque es el que cambia más rápido durante el estudio o es el más importante para el consumidor. Los descriptores pueden ser formación de sabores indeseados, como por ejemplo la oxidación o rancidez de lípidos, cambios en la textura o cambios en el color. (Hough, 2010) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

El grupo focal es una discusión grupo de manera de entender los sentimientos, la manera de vivir y pensar de los individuos, para obtener datos cualitativos. Por lo tanto, es una puesta en común sobre todos los pensamientos y características de los panelistas con el investigador, de manera de identificar la aceptabilidad relativa y los defectos del producto. En el grupo focal se realizan preguntas generales y todos los panelistas dan su opinión al respecto, de manera de determinar la preferencia dentro de las muestras evaluadas. Los grupos focales deben de ser integrados entre 6 y 12 panelistas. Los panelistas pueden ser entrenados o no, pero siempre deben de tener características similares. (Ramírez-Navas, 2002)

Según el estudio realizado por Chica, B.A y Osorio, S. (2003), para determinar la vida de anaquel acelerada del chocolate, se realizó un análisis sensorial, en donde utilizaron pruebas de comparación múltiples para detectar diferencias en aspecto, color, textura, sabor y aceptación global con respecto al producto antes del almacenamiento. Estas pruebas demostraron que las temperaturas de almacenamiento y los materiales de empaque, afectan significativamente las propiedades sensoriales del producto. Por lo que se pudo observar que el análisis sensorial, puede ser un buen complemento para el estudio de la vida de anaquel.

## **Ñ. Frecuencia de medición de las muestras**

La frecuencia de la medición de las muestras, está determinado por la vida de anaquel del producto que se espera que tenga. Para productos con una vida de anaquel corta, por ejemplo de una semana, las muestras se pueden evaluar todos los días. Para productos con vida de anaquel media, como por ejemplo de un mes, las muestras se pueden tomar cada 6 o 7 días. Por último, para productos con vida de anaquel alta, que pueden

durar más de 1 año, las muestras se pueden tomar en los meses 0,1,2,3,6,12 y 18 si es necesario. La frecuencia de la medición de las muestras depende en el tiempo de vida de anaquel esperado. (Man, 2002)

En el caso, que no se tenga un conocimiento previo de la vida de anaquel del producto y no se sabe cuál es el tiempo máximo de almacenamiento, se debe realizar un estudio preliminar. Para esto, se almacena el producto a una temperatura de 45°C y tener una muestra de control almacenada a los 4°C. Cada tres o cuatro días se puede realizar un análisis comparando la muestra contra el control, utilizando un panel sensorial entrenado de tres o cuatro personas. Con esto, se utiliza el modelo de Q10, para tener un aproximado del tiempo que se requiere para realizar el estudio de vida de anaquel. (Hough, 2010)

Una regla general que se puede utilizar para determinar la frecuencia de la medición de muestras es utilizando la siguiente ecuación: (Hough, 2010)

Ecuación No. 8

$$f_2 = f_1 Q_{10}^{\Delta T / 10}$$

En donde:

$f_1$  es el tiempo que transcurre entre cada prueba para la temperatura de la prueba más alta ( $T_1$ )

$f_2$  es el tiempo entre pruebas en la temperatura más baja ( $T_2$ )

$\Delta T$  es la diferencia entre las dos temperaturas

Como mínimo se requiere de seis análisis para minimizar los errores en los cálculos.

**1. Número de muestras.** Dependiendo si la producción es a nivel industrial o a nivel de laboratorio se deben tomar en cuenta el tamaño de la muestra, ya que debe ser representativa de la producción. El tamaño y el número de las muestras elegidas deben de ir de acuerdo al objetivo del análisis y de los análisis que se van a realizar. Asimismo, el número de muestras depende directamente de la frecuencia de la medición de muestras que se tiene planificado realizar y de las diferentes temperaturas en las que se va evaluar el producto. (Hough, 2010)

## O. Empaques

El empaque tiene una función muy importante en el alimento. El mismo ayuda a prolongar la vida de anaquel del producto durante el almacenamiento y transporte del mismo, por medio de ayudar a conservar las características, fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales originales del producto.

Además, el mismo permite que el producto llegue de la industria al consumidor, protegiendo el producto a lo largo de toda la cadena alimenticia, para que el mismo sea seguro para el consumidor. (Dukalska, 2011)

Actualmente, los empaques también son utilizados como parte de la estrategia del mercadeo, ya que con el mismo se logra tener un producto que se diferencie de los demás y se logra estimular las ventas del producto hacia cierto mercado. Al elegir el empaque, el mismo debe proteger al producto de la transmisión de oxígeno, luz y de vapor de agua, al igual que retardar el crecimiento microbiológico y el deterioro del producto. (Vicente, 2009) Asimismo, debido a los cambios en el estilo de vida que están ocurriendo en la actualidad, la industria alimentaria se ha adaptado a estos, por lo que se han creado alimentos de mayor conveniencia. Por ejemplo, alimentos que vienen listos para consumir o que ya vienen pre-preparados, que solo requieren del calentamiento. Por lo tanto, se han tenido que crear empaques que cumplan con estas nuevas necesidades, tales como empaques que se puedan volver a sellar o cerrar, empaques en donde el alimento después de prepararlo se pueda consumir en el mismo, al igual empaques que permitan que la bebida y el alimento se puedan consumir en el camino. Otros factores que se deben tomar en cuenta para que el producto sea conveniente, es el tamaño de las porciones y otros atributos como que sea fácil de agarrar por parte del consumidor, fácil de abrir y fácil de servir. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Un producto puede tener varias capas de diferentes empaques y cada capa cumple con una función distinta. El empaque primario es el que tiene contacto directo con el producto. El mismo es la principal barrera que protege al alimento. Un empaque secundario está diseñado para contener varios empaques primarios. Éste se utiliza principalmente para la distribución del mismo y en algunos casos se utiliza para presentar el producto en el lugar de venta. El empaque terciario está conformado por varios empaques secundarios. Por último, el empaque cuaternario se utiliza principalmente para facilitar el manejo del producto en el comercio internacional, ya que facilita el manejo de los empaques terciarios. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

## **P. Aspectos que deben proteger los empaques.**

Los empaques deben proteger al alimento de tres aspectos que pueden afectar la calidad e integridad del alimento. Estos son aspectos ambientales, físicos y por la interacción que tienen con los humanos. (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2013)

Los aspectos ambientales, son aquellos que rodean al empaque, que pueden ocasionarle algún daño al producto, especialmente un daño en los aspectos fisicoquímicos, al igual que puede afectar la inocuidad del producto. Esto se debe a la presencia de gases (dióxido de carbono, oxígeno, etileno, etc), agua y vapor

de agua, luz y la radiación ultravioleta y cambios en temperatura. Otros aspectos ambientales que pueden afectar los productos son microorganismos como bacterias, hongos, mohos, levaduras y virus, al igual que otros organismos como roedores, pájaros, insectos y ácaros. También están los contaminantes ambientales, como la tierra, polvo, smog y el humo de las industrias o medios de transporte. Por lo tanto, es importante que el empaque sea una barrera efectiva contra todos estos aspectos mencionados. (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2013)

Los aspectos físicos que pueden afectar la integridad del alimento son por ejemplo caídas, shocks, fuerzas de impacto o vibraciones que pueden surgir por los medios de transporte. También pueden ser deformados por colocar mucho peso encima del producto, durante el almacenamiento, el transporte y la venta del producto. (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2013)

Con respecto a los aspectos con la interacción de los humanos, estos no afectan directamente la integridad y calidad del producto, pero si influyen en la percepción y aceptabilidad del consumidor sobre el mismo. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta mercado al que va dirigido para captar su atención y para que el mismo le sea conveniente con respecto al tamaño de porción y otros atributos que tenga. Por el otro lado, también se debe tomar en cuenta las normas, regulaciones y la legislación. Si estos aspectos no se cumplen, por más que el empaque haya evitado el daño físico, químico, microbiológico, nutricional y sensorial del producto, el consumidor no lo va a comprar. (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2013)

## **Q. Materiales de empaque utilizados en productos de confitería y geles de frutas**

La elección de los empaques tiene una función muy importante en la vida de anaquel de los productos, ya que la elección adecuada del material del empaque ayuda a mantener la calidad del producto durante la distribución y el almacenamiento. Los materiales más utilizados para los productos de confitería son: plásticos, algunos metales, productos laminados o mezclas de los mismos, de manera de aprovechar la funcionalidad o propiedades asépticas de los materiales diferentes. Sin embargo, actualmente el plástico es el tipo de empaque más utilizado y se han desarrollado varias alternativas para el mismo, como en presentaciones rígidas o flexibles. (Marsh & Bugusu, 2007)

**Cuadro No. 14.** Propiedades características de los distintos plásticos de empaque.

Material	Ventajas	Desventajas	Costo
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impermeable a la humedad y gases</li> <li>▪ Resistente a la corrosión</li> <li>▪ Resiste el procesamiento térmico</li> <li>▪ Liviano</li> <li>▪ No se rompe</li> <li>▪ Reciclable</li> <li>▪ Se puede utilizar para laminar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poca fuerza estructural</li> <li>▪ No puede ser soldado</li> <li>▪ No puede moldearse para que tenga varias formas</li> <li>▪ Si está laminado con otro material, cuesta la separación para reciclarse</li> </ul>	Es relativamente caro, sin embargo se puede reciclar
Laminados y co-extrusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se pueden realizar diferentes mezclas para satisfacer las necesidades del producto</li> <li>▪ Se tiene flexibilidad en el diseño y las características</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto impacto ambiental, y que requiere separación de las capas para ser reciclado</li> </ul>	Depende de los materiales que contenga, pero su costo suele ser elevado
Poliiolefinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buena barrera contra la humedad</li> <li>▪ Fuerte</li> <li>▪ Resistente a químicos</li> <li>▪ Bajo peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja barrera de gases</li> <li>▪ Traslúcido</li> </ul>	Bajo costo
Poliéster	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuerte</li> <li>▪ Se puede llenar con alimentos calientes</li> <li>▪ Buena de luz, oxígeno y humedad</li> </ul>		Bajo costo, pero es de los plásticos más costosos
Cloruro de polivinilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Moldeable</li> <li>▪ Resistente a medios alcalinos y ácidos</li> <li>▪ Impermeable a disolventes orgánicos</li> <li>▪ No absorbe la humedad</li> <li>▪ Impermeable a mohos y bacterias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soluble a solventes polares</li> </ul>	Bajo costo
Cloruro de polivinilideno	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta barrera contra humedad y gases</li> <li>▪ Sellable con el calor</li> <li>▪ Se puede llenar con alimentos calientes</li> <li>▪ Mantiene la calidad de los alimentos</li> </ul>		Bajo costo, pero es de los plásticos más costosos
Poliestireno	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variedad de presentaciones (rígido, película y como espuma)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No es una buena barrera contra el oxígeno, humedad y la luz</li> </ul>	Bajo costo
Poliamida	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuerte</li> <li>▪ Buena barrera protectora</li> </ul>		Bajo costo, pero es de los plásticos más costosos

<b>Continuación Cuadro No. 14. Propiedades características de los distintos plásticos de empaque.</b>			
<b>Material</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Costo</b>
Alcohol de etileno vinil	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buena barrera de gases y grasas o aceites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja protección contra la humedad</li> <li>▪ Sensible a la humedad</li> </ul>	Tiene un bajo costo cuando se utiliza como recubrimiento

(Marsh & Bugusu, 2007) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2013)

La característica principal que se considera en los empaques es la permeabilidad del mismo, tanto a gases y la humedad. En la tabla a continuación, se presentan las barreras de los distintos materiales de empaque que se utilizan con más frecuencia en los productos de confitería o productos derivados de frutas y verduras.

**Cuadro No. 15. Barreras de distintos materiales de empaque.**

<b>Material</b>	<b>Barreras protectoras</b>		
	<b>Oxígeno</b>	<b>Humedad</b>	<b>Luz</b>
Polietileno de baja densidad		X	X
Polipropileno		X	
Poliestireno			
Cloruro de polivinilideno	X	X	
Alcohol de vinilo etileno	X		
Aluminio	X	X	X
Cobertura metalizada	X		X

(Han, 2005)

**Cuadro No. 16.** Mecanismos de deterioro en los alimentos y las funciones de empaques para evitarlos

<b>Atributo de calidad afectado</b>	<b>Efecto en el alimento</b>	<b>Actividad o función del empaque</b>
Presencia de moho	Deterioro microbiológico	Recubrimiento antimicrobiano Liberación de productos antimicrobianos Eliminación de oxígeno
Oxidación	Rancidez	Eliminación de oxígeno Absorción de olores Liberación de antioxidantes
Oxidación	Cambios de color Pérdida de nutrientes	Eliminación de oxígeno
Cambios en la concentración del agua	Cambios de textura	Desecación
Cambios en la concentración del agua	Deterioro microbiológico	Absorción de la humedad y condensado
Senescencia	Maduración prematura de frutas y vegetales	Absorción de etileno Modificación de la atmosfera Liberación de 1-Metilciclopropeno

(Han, 2005)

## **R. Empaques para productos de confitería, geles de frutas y botanas de frutas**

Este tipo de productos pertenecen a los alimentos de humedad intermedia y usualmente tienen una actividad de agua entre 0.20 y 0.40. Esto se debe a que tienen un alto contenido de azúcar, en la forma de fructosa, glucosa y sacarosa, ocupando entre un 25 y 30% del producto total, que enlazan el agua libre del alimento. Asimismo, para mantener las características de textura, pegajosidad y de chiclosidad, la actividad de agua debe ser de aproximadamente 0.50. Por lo tanto, el material de empaque de estos productos debe proveer una barrera contra el ingreso del agua, para evitar que el producto se ponga pegajoso y su textura sea alterada. (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006)

Según el estudio realizado por Dukalska, *et al*, 2011 usualmente se utilizan diferentes plásticos o polímeros para proteger este tipo de productos, sin embargo, la vida de anaquel de estos productos empacados, depende de la permeabilidad del plástico hacia el ingreso de gases y vapor de agua. No se recomienda el uso de empaques fibrosos, como el cartón o el papel, ya que promueven la adhesión del empaque con el alimento y no son buenas barreras para el ingreso de la humedad. Asimismo, se recomienda que cada caramelo o esfera, sea envuelto individualmente. Esto se hace por medidas de higiene, para evitar el ingreso o salida de humedad y evitar que se aglomeren entre sí. (Dukalska, 2011) (Robertson, Food Packaging- Principles and Practice, 2006) (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

Estos producto, también pueden enfrentar el deterioro del sabor, ya sea por la pérdida de los componentes que se lo proveen o por el desarrollo de sabores indeseados. Por lo tanto, es importante tomar en cuenta la permeabilidad de los materiales de los empaques, ya que debe evitar el ingreso de compuestos indeseados del ambiente, especialmente del oxígeno que puede oxidar ciertos sabores o compuestos y debe ayudar a retener algunos compuestos volátiles deseados. (Robertson, Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide, 2010)

## S. Evaluación sensorial de alimentos

Es una ciencia multidisciplinaria utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que usan los sentidos de la vista, olfato, gusto, oído y tacto. En la que se utilizan panelistas humanos para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial es un factor esencial en cualquier estudio que involucre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores como el desarrollo y mejoramiento de productos. Si se desea obtener resultados confiables y válidos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como un instrumento científico (Ramírez, 2012).

La función principal del análisis sensorial es proporcionar información sobre cómo las características sensoriales de los productos, ingredientes u otra información son relacionadas con las características de calidad percibida y gusto del consumidor de un producto relacionado con la discriminación, descripción o preferencia (Carpenter, 2000):

- **La discriminación:** es de especial importancia en el contexto del Control de Calidad de Productos, en los estudios de vida útil y en la investigación de posibles contaminantes. Depende de la capacidad del Juez para detectar y reconocer diferencias (Carpenter, 2000).

- **Las pruebas descriptivas:** son más apropiadas en el contexto del Desarrollo de Productos, en el que se desea desarrollar un producto que se ajuste a una calidad objetivo conocida; o para reformular un producto existente empleando ingredientes o procesos diferentes; o para investigar las diferencias entre una gama de productos experimentales y/o comerciales. Se requiere elevados niveles de agudeza y entrenamiento por parte de los jueces (Carpenter, 2000).
- **Las pruebas de preferencia y aceptabilidad:** tienen por objetivo establecer si el consumidor reconoce diferencias en el producto, y si estas mejoran el grado de satisfacción o aceptación del mismo. Estos métodos se encuentran en la frontera entre el análisis sensorial y los estudios de mercado. Estos jueces deben ser representativos de la población objetivo de consumidores y, preferentemente, con un escaso o nulo entrenamiento social (Carpenter, 2000).

El principio para todas las pruebas sensoriales es que el método de ensayo debe seleccionarse sobre la base de los objetivos para el estudio. La pregunta que se debe contestar es: ¿Qué es lo que se debe medir? Si el objetivo es medir la aceptación del consumidor, se debe realizar pruebas afectivas al consumidor; si el objetivo es describir las características de un producto, entonces la prueba debe incluir un análisis descriptivo de los atributos del producto (Moskowitz, 2006).

La variedad de los datos que se generen a partir de pruebas sensoriales que implican a los consumidores implica una amplia gama de protocolos de prueba que pueden ser empleado en varios lugares: laboratorio, oficina, ubicación consumidores centrales para el hogar, etc (Moskowitz, 2006).

Las impresiones sensoriales de los consumidores de alimentos comienzan en el lugar de compra, donde la selección de alimentos está determinada por los sentidos del olfato, vista, tacto y en algunos casos del gusto. Durante la compra, preparación y consumo de alimentos, el costo del producto, empaque, apariencia cruda y cocida así como facilidad de preparación, son todos los factores que influyen sobre la percepción total del consumidor hacia un producto (Carrillo, 2003).

**1. Aplicación de la evaluación sensorial al desarrollo de productos.** Con la dirección apropiada, la evaluación sensorial puede ser una herramienta poderosa para guiar el desarrollo de nuevos productos alimenticios. Los ensayos sensoriales y aceptación son instrumentos, tan bueno como el practicante sensorial que los utiliza, la validez del diseño del ensayo, la idoneidad del cuestionario, y en la representatividad de los panelistas seleccionados para participar en las pruebas (Moskowitz, 2006).

En el desarrollo de nuevos productos, gran parte del éxito o fracaso de un producto alimenticio son los resultados del mercado de la percepción del consumidor de la calidad sensorial. Para desarrollar un nuevo producto se debe seguir en orden los siguientes pasos, como: la identificación del producto, la identificación crítica de las cualidades de los atributos del producto descrito por los consumidores. Una vez que la cualidad del atributo se identifique por medio de los consumidores, más apropiado será el diseño del producto a desarrollar (Moskowitz, 2006).

Para que el desarrollo de un producto tenga efectividad y satisfacción, éste debe empezar con las necesidades del consumidor. Los consumidores son el centro del desarrollo de los productos. La importancia de las necesidades del consumidor "son la llave para el éxito de los productos". El desarrollo de productos necesita entender el comportamiento y la elección de los alimentos del consumidor (Moskowitz, 2006).

La literatura de la evaluación sensorial ha sido testigo de las cantidades de artículos de las evaluaciones sensoriales de consumidores con el conocimiento profundo del consumidor. Las primeras evaluaciones del producto eran limitadas con evaluaciones del sabor o de la textura de los alimentos, estas evaluaciones no tenían evaluaciones por consumidores pero si tenían panelistas entrenados. Ahora, se reconoce la importancia de las pruebas con consumidores y la necesidad de obtener una medida de calidad del producto (Moskowitz, 2006).

Últimamente, las pruebas de aceptabilidad por consumidores son las evaluaciones más importantes en el desarrollo de productos. Todas las demás medidas no son más que "sustitutos " para la aceptación del consumidor, o los intentos de examinar los factores que puedan influir en la aceptación por los consumidores. Cuando los presupuestos de investigación son muy ajustados, cualquier otra forma de las pruebas sensoriales se pueden eliminar, excepto para las pruebas de consumo. Sin esos datos, la empresa o los estudios se están "volando a ciegas". Tal vez de suerte se puede continuar con opiniones recogidas años antes, con la información del producto recogido de la prensa popular, y con la información proporcionada por los expertos. Pero la suerte no es para siempre, y es la práctica continua de pruebas de consumo propio que da la visión, previsión y mayores oportunidades para las empresas que lo practican (Moskowitz, 2006).



Por el contrario, la caracterización de los atributos del producto y el perfil sensorial requiere paneles entrenados que toman tiempo. La contratación de los panelistas y la formación tienen una cantidad excesiva de tiempo. El reclutamiento, la formación y el mantenimiento de un panel entrenado pueden ser costoso. Para minimizar el costo de la evaluación, los ensayos con paneles entrenados a menudo se corta en el nuevo proceso de desarrollo de productos, los desarrolladores del producto aumentan la eficiencia del proceso mediante el ahorro de tiempo y de ir directamente a los consumidores. Hoy en día, los paneles entrenados se consideran más apropiados para la garantía de calidad, basados en la orientación de investigación en curso. En el caso de alimentos que son fortificados con hierro, frecuentemente se van a presentar alteraciones en el

sabor y en el color que son inaceptables para el consumidor, por eso de la importancia de la realización de varias pruebas sensoriales para obtener un producto final sensorialmente aceptable (Carrillo, 2003).

Según un estudio que se realizó en Honduras en el año 2010 la deficiencia de micronutrientes en edad pre-escolar es un problema de gran magnitud. Los programas de alimentación escolar incluyen la fortificación con micronutrientes para superar la desnutrición en general. Es por ello que el objetivo de este estudio fue desarrollar una galleta fortificada a base de másica (*Brosimum alicastrum*) y evaluarla como vía de fortificación para niños desde 7-13 años de la Escuela Lempira, Lizapa, Honduras. El grupo estuvo conformado por 50 niños. Se evaluó la merienda escolar, la aceptación de la harina de másica y se realizó un grupo focal con los padres de familia. Los padres de familia y maestros consideraron importante el balance nutricional en la alimentación de los niños, por lo que trabajar con una galleta fortificada y harina de másica sería factible. Para ello se utilizó una escala hedónica de caritas de 5 niveles (ver Ilustración 4) en la evaluación de una galleta a base de másica (*Brosimum alicastrum*) sin fortificar (blanco) y una fortificada, determinando su nivel de aceptación (Turcios & Castañeda, 2010).






**Ilustración No. 4.** Boleta para evaluación sensorial de aceptación para niños en el estudio de fortificación de galletas

**EVALUACION SENSORIAL DE GALLETAS**






Tu edad: \_\_\_\_\_ Yo soy:    

**Encierra la carita que demuestre tu respuesta:**

**GALLETA 1**  
¿Qué tanto te gusta ésta galleta?]

				
Muy bueno	Bueno	Ni bueno ni malo	Malo	Muy malo

**GALLETA 2**  
¿Qué tanto te gusta ésta galleta?]

				
Muy bueno	Bueno	Ni bueno ni malo	Malo	Muy malo

(Turcios & Castañeda, 2010).

Los niños tuvieron una aceptabilidad mayor por la galleta sin fortificar que la galleta fortificada, aunque en magnitud ambas fueron bien calificadas. Las galletas a base de *Brosimum alicastrum* funcionaron como vehículo de fortificación con buena aceptación sensorial y calidad nutricional. Los datos se analizaron estadísticamente a través de una prueba t de student ( $p \leq 0.05$ ) con un mismo número de repeticiones. La prueba T de student ( $p \leq 0.05$ ) indicó que los niños detectaron diferencias significativas entre las galletas en cuanto a la aceptación. A pesar de la diferencia existente en las muestras, las galletas fortificadas y sin fortificar son aceptadas ya que en magnitud, la mayoría de respuestas se ubicaron en la categoría “muy bueno” (Turcios & Castañeda, 2010).

En cuanto al grupo focal se desarrolló con 15 personas conformado por padres de familia y profesores involucrados en la gestión de la merienda escolar en la Escuela Lempira. Se desarrolló una guía de preguntas para conocer la opinión de padres y maestros ante el Programa de Merienda Escolar así como la aceptación y evaluación de una galleta fortificada y harina no conocidas (*Brosimum alicastrum*). La sesión se dividió en dos partes, en la primera se discutieron preguntas abiertas sobre la merienda escolar, y la segunda parte consistió en la degustación de la galleta y evaluación sensorial exploratoria sobre la misma. Las apreciaciones obtenidas con el grupo de padres de familia y profesores de la Escuela Lempira fueron las siguientes (Turcios & Castañeda, 2010):

- En la primera parte del desarrollo del grupo focal expresaron que el Programa de Merienda Escolar es muy importante y beneficioso para los niños de la escuela, pero desean que el apoyo brindado por el gobierno sea permanente durante todo el año, ya que debido a falta de transporte, disponibilidad y condiciones climáticas la merienda escolar se ve interrumpida. Por otro lado, los integrantes del grupo focal desearían que la merienda brindada sea más balanceada (leche, frutas y vegetales); además que haya mayor suministro de ingredientes adaptados a la zona. De acuerdo a los alimentos fortificados, el concepto como tal no estaba claro a pesar de tener años utilizando ingredientes de este tipo. Al explicar la metodología de fortificación, demostraron su aceptación debido a que es una forma directa de brindar los nutrientes a niños en etapa de desarrollo. Al preguntarles su opinión acerca del uso de nuevos ingredientes en la preparación de la merienda, mencionaron que la idea les parecía factible ya que los niños se aburren de comer los mismos alimentos todos los días. Por tal razón se ven obligados diversificar la dieta de acuerdo a sus posibilidades y algunas veces el balance de nutrientes se ve afectado. Todos desconocían la existencia de la harina de másica (*Brosimum alicastrum*), al explicarles las características nutricionales de la misma, mostraron aceptación en cuanto a su uso en la merienda escolar.
- En la segunda parte del grupo focal, se degustó la galleta y se realizaron preguntas relacionadas al producto. A todos les agradó el sabor, tamaño, olor, textura y peso de la

galleta. Sin embargo algunas madres de familia expresaron que un color más claro podría ser de mayor preferencia para los niños.

El grupo en general aceptó la galleta como una buena alternativa para agregar a la merienda. Las madres preferirían que las galletas se les suministraran listas para servir, y que fuese acompañada de una bebida como leche o atol. Asimismo, les gustaría recibir la harina de másica para ser ellas mismas quienes elaboren otro tipo de alimentos (Turcios & Castañeda, 2010).

Es importante mencionar que en Chile se han realizado diversos estudios, en donde han detectado que niños en edad escolar básica presentan altos índices de obesidad y sobrepeso, producto de un elevado consumo de productos de alta densidad energética; acompañado de un insuficiente consumo de lácteos, productos del mar, frutas, y verduras. Es por esto que se deben recoger nuevas tendencias en la industria de alimentos, como son los alimentos funcionales (Barra, 2009).

La existencia de los alimentos funcionales es una realidad mundial de la cual Chile no ha estado al margen, pese a que el mercado de estos alimentos hace pocos años ha comenzado a crecer y a darse a conocer. Las propiedades de los alimentos funcionales pueden provenir de sus constituyentes normales, como en el caso de las fibras y antioxidantes (ej. vitamina E,  $\beta$ -caroteno) presentes en frutas, verduras, legumbres y cereales; o la adición de ingredientes que modifiquen sus propiedades originales. A este tipo de constituyentes se les atribuye diversos efectos protectores como evitar enfermedades cardiovasculares, evitar desarrollo de cáncer de distinto tipo, contribuir al fortalecimiento de piel y huesos, poseer propiedades antimicrobianas y protectoras del sistema inmunológico; ayudando así a mejorar la calidad de vida de los seres humanos (Barra, 2009).

Por lo mencionado anteriormente, se diseñó un snack de zanahoria elaborado mediante un proceso de deshidratación osmótica orientado a consumidores infantiles, cuyo propósito fue maximizar el contenido de carotenoides totales, debido a sus propiedades nutricionales (Barra, 2009).

Los atributos de color y sabor del producto fueron sometidos a una evaluación sensorial de aceptabilidad, para lo cual se consideraron niños de nivel socioeconómico, de ambos géneros cuyas edades fluctuaron entre los 8 y 14 años. Para llevar a cabo este análisis se adaptó una escala hedónica facial, con el objeto de lograr una mejor comprensión de esta prueba por parte de los niños. Los resultados muestran que el producto fue altamente aceptado, tanto por su color como por su sabor, sin mayores diferencias entre edades, ni tampoco entre géneros. Todas las mediciones realizadas indican que el producto optimizado resultaría ser una buena alternativa para el consumo por parte del público objetivo, tanto por sus características organolépticas, por su calidad nutricional, como por sus propiedades físicas y químicas (Barra, 2009).

**Ilustración No. 5.** Ficha para test de grado de satisfacción aplicable a niños, según el estudio realizado en Chile

Nombre: \_\_\_\_\_

¡Hola!

**Observa** el producto que se presenta a continuación y marca la carita que corresponde al nivel de agrado que te produzca el **color** del alimento:



Deja tu comentario: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Prueba** el producto que se presenta a continuación y marca la carita que corresponde al nivel de agrado que te produzca **sabor** del alimento:



Deja tu comentario: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**¡Muchas gracias!**

**2. Tipos de pruebas dirigidas al consumidor.** En las pruebas orientadas hacia las preferencias orientadas al consumidor, se debe seleccionar una muestra aleatoria numerosa, compuesta de personas representativas de la población de posibles usuarios, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial; sin embargo, los panelistas deben ser usuarios del producto. Por lo general, para este tipo de pruebas se entrevistan de 100 a 500 personas. Las entrevistas o pruebas pueden realizarse en un lugar central tal jueces como un mercado, una escuela, centro comercial o centro comunitario, o también en los hogares de los consumidores. Una verdadera prueba orientada al consumidor requiere seleccionar un panel representativo de la población escogida como objetivo (Carpenter, 2000). Todas las pruebas sensoriales orientadas al consumidor se realizan con el fin de predecir el

comportamiento del consumidor basado en lo sensorial (Moskowitz, 2006). Entre las pruebas orientadas al consumidor se encuentran (Carpenter, 2000):

**a. Clasificación hedónica (Aceptabilidad):** En esta prueba se le pide al juez que informe sobre el grado de satisfacción que le merece un producto, generalmente seleccionando una categoría en una escala hedónica o de satisfacción, que oscila desde “me disgusta muchísimo” a “me gusta muchísimo”. Se han utilizado diferentes escalas (Carpenter, 2000). Las muestras se codifican con números aleatorios. El orden de presentación de las muestras puede ser aleatorizado para cada panelista o de ser posible, balanceado.

Para realizar el análisis estadístico se debe hacer lo siguiente:

- Las categorías se convierten en puntajes numéricos (según la escala) del 1 al 9, donde 1 representa disgusta muchísimo y 9 gusta muchísimo
- Si únicamente se evaluó una muestra y se usó una escala de 9 puntos, se dice que la muestra fue aceptada siempre y cuando el promedio de puntajes haya sido mayor a 6.5
- Si se evaluaron dos muestras se puede usar una prueba de t de student para ver si hay diferencia significativa entre los puntajes de ambas muestras, solamente si se tiene una población con distribución normal. En caso contrario se utiliza la prueba de ranking con signos de Wilcoxon.
- Si se evaluaron más de dos muestras los puntajes numéricos se analizan utilizando análisis de varianza. En el análisis de varianza los valores F calculados se comparan con los valores F de las tablas con 5 % de significancia para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los puntajes. Si el valor F calculado es superior al valor F crítico para el mismo número de grados de libertad, habrá evidencia de que hay diferencias significativas. Una vez detectada una diferencia significativa, pueden hacerse pruebas de comparación múltiple, para determinar cuáles son las medias que difieren entre sí. El análisis de comparaciones múltiples que se sugiere es el de Tukey.

**1) Escalas de intervalo:** Un planteamiento alternativo consiste en puntuar el grado de satisfacción en una escala de intervalo adecuada (Carpenter, 2000). El intervalo más utilizado es el de 9 puntos: “Me disgusta muchísimo”, “Me disgusta mucho”, “Me disgusta moderadamente”, “Me disgusta levemente”, “No me gusta, ni me disgusta”, “Me gusta levemente”, “Me gusta moderadamente”, “Me gusta mucho”, “Me gusta muchísimo” (Moskowitz, 2006). También se utiliza escalas de 5 puntos y de 3 puntos.

**2) Escala proporcional:** También se puede registrar el grado de satisfacción o aceptación utilizando escalas de estimación de la magnitud, aunque para los consumidores puede resultar difícil manejar los conceptos de proporción sin cierta práctica inicial, pudiéndose sentir igualmente

incómodos con la puntuación arbitraria del grado de satisfacción que debe definirse para los productos de referencias iniciales (Carpenter, 2000).

**3) Escala facial o gráfica:** La escala gráfica, se utiliza cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no es muy confiable ya que les resulta ser un tanto infantiles (Ibáñez & Barcina, 2001). En varios estudios usaron la escala facial de 9 puntos y estos no fueron comprendidos con niños de tres a cinco años. La escala de 3 puntos, de 5 puntos y de 7 puntos han sido utilizados para niños de cuatro años en adelante (Moskowitz, 2006).

En un estudio de evaluación sensorial con un total de 34 jurados consumidores entre 6 y 7 años de edad, en un colegio de la ciudad de Pamplona Norte de Santander, se analizaron por medio del método de preferencia, el grado de aceptación o rechazo en tres muestras de galletas empleando la escala hedónica facial de 5 puntos como método de evaluación sensorial (García, 2010).
















Una vez recolectados los datos, éstos se examinaron estadísticamente a partir del análisis de varianza Anova, empleándose una significancia del 95%, con el fin de determinar su significancia en grado de preferencia de los niños en el consumo de galletas (García, 2010).

De acuerdo con la calificación otorgada por los jueces en el análisis sensorial, la galleta de grageas o pepitas de colores muestra una correlación muy similar a la galleta de colores. La aceptación de estas dos tipos de galletas se debe a su apariencia colorida, lo que permite evidenciar que para la población infantil los atributos sensoriales de apariencia y color son imperativos y de gran prioridad dentro de la preferencia y aprobación de cualquier producto alimenticio que esté enfocado hacia la población infantil. De acuerdo a los resultados estadísticos y a la calificación de los jueces, se tiene que la galleta de avena con uvas y pasas posee atributos sensoriales que hacen que este producto difiera significativamente con las otras dos muestras estudiadas, por tal razón la muestra de galleta de avena con uvas y pasas presentó una descripción de disgusto por parte de niños de una edad de 7 años de la ciudad de Pamplona (García, 2010).

Además cuando se analizaron las observaciones que los niños realizaron en el formato se logra apreciar las razones de por qué los niños descartaban la galleta de avena con uvas y pasas; en su mayoría coincidían en afirmar su disgusto por la tonalidad o apariencia oscura del producto y por la presencia de uvas pasas, mientras las muestras de colores, que evidentemente resultan ser más atractivos para ellos (aunque no sean las más ricas) brindaron para estas muestras una mayor calificación y aceptación solo con los atributos de apariencia externa. Por lo tanto, en la pareja de galletas de pepitas y de colores no hay diferencia significativa entre el 95% (García, 2010).

Los productos enfocados hacia la población infantil imponen una gran reto para la industria alimentaria, porque más allá de los aportes nutricionales que esté pueda brindar al infante la presentación de producto, el empaque, la forma, la textura, el color entre otros atributos geométricos y de textura, juegan un papel preponderante cuando el mercado objetivo es la población infantil (García, 2010).

**Ilustración No. 6.** Escala hedónica en el estudio en Pamplona

Descripción	Muestra 158	Muestra 273	Muestra 364
<b>Me gusta muchísimo</b>			
<b>Me gusta</b>			
<b>Ni me gusta, ni me disgusta</b>			
<b>Me disgusta</b>			
<b>Me disgusta mucho</b>			

**b. Pruebas de comparación apareada (preferencia):** En esta prueba se le presenta al juez dos productos codificados y se le pide que indique si prefiere algunos de ellos (Carpenter, 2000): Es uno de las pruebas más utilizadas por los expertos en el desarrollo de productos, han sido definidas en tres diferentes maneras:

- Como expresión de disgusto o de gusto
- Escoger un producto de varios productos
- Psicología continua de afectividad (Moskowitz, 2006).

El panel debe estar constituido como mínimo por 50 jueces. En el nivel más simple, se le pide al juez que manifieste que muestra prefiere y las razones de su preferencia. Esta es una prueba de dos colas, ya que no se conoce con antelación que producto es el preferido y ambas direcciones son del mismo interés. El análisis estadístico básico se lleva a cabo mediante las tablas binomiales de dos colas, tabulándose las razones de preferencia (Carpenter, 2000). Para realizar el análisis de datos se indica los panelistas que

eligieron la muestra que se deseaba, se suma el número de panelistas y se determina la significancia de los totales utilizando la prueba Binomial de Dos Extremos. Para tener significancia se necesita una probabilidad de 0.05 o menos (Carpenter, 2000). En caso de tener a más de 50 panelistas, se debe realizar la prueba de distribución Z.

Ecuación No. 9

$$Z_0 = \frac{R - (P \times N)}{P\sqrt{N}}$$

Donde:

$Z_0$  es el valor de z de la distribución

R es la cantidad de panelistas que eligieron la muestra que se deseaba

N es el total de panelistas que participaron

P es 0.5, para un alfa de 0.05

Si  $Z_0$  es mayor que 1.96 que es el,  $Z_{\text{crítico}}$  entonces el resultado es significativo.

(Liria, 2007).

Las dos ventajas más importantes que tiene esta prueba son: sencillez y facilidad. Son pruebas fáciles de implementar y de organizar. Solo hay dos órdenes de presentaciones, A-B y B-A. Sin embargo la prueba de preferencia solamente indica que producto es el que prefieren, no da mediciones de textura, sabor, color o apariencia. Pero por el otro lado es una prueba que se debe de realizar para conocer la preferencia del consumidor. Es importante conocer que la prueba de preferencia no indica que el producto no escogido “le disgusta” (Moskowitz, 2006).

**c. Grupos focales.** Es un ejemplo de una herramienta de investigación cualitativa en la que un moderador dirige un grupo de 8 a 12 participante a través de una discusión guiada. Los pasos para llevar a cabo un grupo focal son los siguientes: definir el problema, especificar las características de los participantes, escoger al moderado, realizar la guía de discusión, reclutar a los participantes, conducir el estudio, analizar e interpretar los datos y escribir el reporte. La conversación dura de 1.5 a 2 horas. Se obtienen las opiniones subjetivas acerca de los atributos del producto, las preferencias y motivaciones. Esta prueba se utiliza ampliamente en la investigación de mercado. En estudios de distintos alimentos se han utilizado grupos focales para examinar una serie de temas, incluyendo preferencia, seguridad y el uso de alimentos. Generalmente, un grupo focal se lleva a cabo por triplicado, los temas comunes y las opiniones de consenso deben ser coherente entre los tres grupos (similares) para considerar válidos los resultados. Éstos son dirigidos por un moderador entrenado que ayuda a estimular y dirigir las discusiones (Ramírez, 2012).

Es una técnica de investigación cualitativa y se ha usado para dar soporte a la formulación de nuevos productos (Vásquez, 2004).

Las sesiones de grupos focales deben ser grabadas, debe existir un relator y redactor quienes toman nota de la discusión que se realiza. Debe existir un moderador capacitado quien utiliza una guía de preguntas indagadoras para recoger información de interés a la investigación (Vásquez, 2004).

Las opiniones de los consumidores pueden ayudar en el grupo focal para evaluar los atributos en forma descriptiva. La clave aquí es la de explorar el equilibrio entre las necesidades y expectativas de los consumidores, y para determinar si el producto en sus primeras etapas se está moviendo hacia el cumplimiento de esas necesidades y la satisfacción de esas expectativas. Una aplicación común de las entrevistas de grupo se encuentra en la identificación y exploración de las características sensoriales específicas (Lawless & Heymann, 1999).

En general, los participantes no se conocen entre sí, aunque en algunas zonas puede ser imposible de que no se conozcan. La clave para un grupo no es necesariamente la homogeneidad, pero la compatibilidad. Algunas diferencias de fondo y de opinión pueden facilitar la discusión (Lawless & Heymann, 1999).

Para moderar es necesario tener buenas habilidades desarrolladas con prácticas y entrenamiento. Es muy importante que el moderador sea un buen oyente. Tres cuestiones son claves para que el moderador cumpla su trabajo: que no vaya a ninguna dirección, que haya una completa participación y cobertura de temas (Lawless & Heymann, 1999). Principio de ninguna dirección: La primera meta de un moderador es guiar la discusión sin sugerir respuestas o que se llegue a una conclusión específica. En donde el moderador solo extraiga ideas, percepciones, opiniones, actitudes.

**1) Completa participación:** La moderadora o moderador debe hacer que todos los participantes del grupo focal expresen las opiniones de los atributos que se están discutiendo.

**2) Cobertura de temas:** Es muy importante que la moderadora o moderador abarque en la discusión del grupo focal, todos los temas expuestos de la guía elaborada.

Con esta información, la formulación o variables de proceso pueden ser modificadas sistemáticamente con el fin de aumentar la probabilidad de aceptación del producto final por los consumidores. Los grupos focales son muy efectivos para identificar los atributos que son importantes en el producto y que se debe incluir y maximizar en el producto. Asimismo es importante para identificar que atributos no son aceptados por los consumidores y así minimizarlos o eliminarlos del producto. Los resultados del grupo focal pueden ser usados para realizar las preguntas de diseño en las pruebas dirigidas al consumidor (Moskowitz, 2006).

**3. Problemas que se presentan en pruebas con consumidores.** Las medidas sensoriales están en gran parte influenciadas por la personalidad, actitudes y creencias. En concreto, en las medidas hedónicas los efectos son manifiestos. A continuación se relacionan algunos de los campos de interés (Carpenter, 2000):

**a. Condición social:** El estrato previo, las experiencias culturales y las creencias religiosas pueden condicionar la forma en que los individuos perciben las características sensoriales y almacenan sus conclusiones. Los efectos sobre la percepción pueden estar relacionados con la inexperiencia y las ideas preconcebidas.

**b. Personalidad:** El rendimiento de un juez en las actividades de grupo estará enormemente influido por una personalidad introversa o extroversa. También puede resultar afectada la utilización de escalas, de forma que una personalidad extroversa tiende a emplear escalas de un rango más amplio que la introversa. Ciertas personalidades pueden también ser conscientes de su estado fisiológico, el cual puede hacerlos más susceptibles a los estímulos externos o distracciones.

**c. Motivación:** Los jueces con una gran motivación son concienzudos y, por consiguiente, más idóneos para discriminar. La motivación es, en parte, un aspecto innato de la personalidad de un individuo, aunque también se halla en gran medida influida por el ambiente. Un miembro de un panel, respetado y gratificado, se encontrará motivado.

**d. Humor:** El humor puede influir de forma subconsciente en el rendimiento de los jueces, reduciendo su concentración y, por consiguiente, su capacidad para discriminar. En las pruebas de aceptabilidad y preferencia, las clasificaciones hedónicas son, probablemente, mayores en los jueces contentos que en los deprimidos.

En la población infantil la preferencia por uno u otro alimento está determinada por un conjunto complejo de estímulos sensoriales y culturales, y no sólo por la predilección por sabores simples, como dulce o salado; atributos sensoriales como apariencia, color olor y textura de superficie del producto resultan ser factores de gran preponderancia que influyen en la respuestas afectivas por parte de los evaluadores escolares (García, 2010).

La medición de la aceptación del alimento por escolares es complicada debido a la falta de instrumentos de análisis sensorial. Adaptado a este grupo de población, que presenta una estructura de percepción sensorial diferente de los adultos (García, 2010).

La obtención de respuestas confiables en pruebas sensoriales depende del grado de madurez y atención del niño para interpretar adecuadamente las instrucciones recibidas, lo que parece ser mejor a partir de los 6 años, por comparación con resultados obtenidos con niños de 3 años (García, 2010).

La prueba de escala hedónica verbal es una de las utilizadas con adultos. A partir de ella, se ha desarrollado una prueba de escala hedónica facial para uso con niños y adultos no alfabetizados. Sin embargo, la fiabilidad de la información obtenida es cuestionable, toda vez que la simpatía por la figura, y no la expresión de satisfacción por el consumo de alimento, sería el agente determinante de la elección del niño (García, 2010). De hecho, el uso de la escala hedónica facial de siete puntos para evaluar la aceptación de alimentos agradables al paladar, en un estudio realizado con preescolares (Domene, 2002) demostró que las figuras «muy alegres» eran las preferidas, independientemente del grado de satisfacción experimentado por el degustador.

En el grupo focal los resultados no se pueden generalizar a toda la población. Si entre los panelistas hay un líder, el guiará la discusión. Tanto la dirección de la sesión como la generación de resultados se verán afectados por la subjetividad. Deben apoyarse con un estudio cuantitativo con una muestra representativa (Moskowitz, 2006).

### III. JUSTIFICACIÓN

Guatemala enfrenta varios problemas con respecto a la mala nutrición, entre los cuales se encuentran la desnutrición crónica, la anemia, el sobrepeso y la obesidad. Estos problemas afectan a niños preescolares, escolares, adolescentes, madres y adultos en general. Aproximadamente el 50 por ciento de los niños preescolares y mujeres en edad fértil, no reciben los nutrientes necesarios para su desarrollo. (Delgado & Palmierie, 2011) Según la encuesta Nacional de Micronutrientes realizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, las deficiencias de folato, vitamina B12, zinc y hierro afectan a la población infantil y constituyen problemas de salud pública. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), 2012). La prevalencia de deficiencia de folato eritrocitario en Guatemala es del 2.2% en el área urbana y de 3.8% en el área rural. Los datos sobre folato sérico no denotan deficiencia, sin embargo se debe tomar en cuenta que éste varía proporcionalmente con los últimos alimentos consumidos en la dieta, su prevalencia de deficiencias es de 0.8% para el área urbana y de 0.3% para la rural. La prevalencia de deficiencia de vitamina B12 es de un 10.1% en el área urbana y de 14.7% en la rural. La prevalencia de deficiencia de zinc es de 24.8% en el área urbana y de 41.8% en el área rural. La prevalencia de deficiencia de hierro en niños sin infecciones es de 18.6% y de 41.7% en niños que si presentan, ya que los patógenos lo utilizan para su ciclo reproductivo (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social (MSPAS), 2012)

Las deficiencias de micronutrientes han sido un tema legislado desde el año de 1992 por el decreto de Ley No. 44-92, “LEY GENERAL DE ENRIQUECIMIENTO DE ALIMENTOS”. En el momento en el que se decretó la ley existía una deficiencia de vitamina A, yodo, flúor, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico, por lo tanto dichos nutrientes fueron considerados obligatorios en la fortificación de tres tipos de alimentos específicos, siendo éstos: azúcar, sal y harina, de acuerdo con esto se elaboró los siguientes acuerdos: acuerdo gubernativo No. 021-2000, “REGLAMENTO PARA LA FORTIFICACIÓN DEL AZÚCAR CON VITAMINA A”, el acuerdo Gubernativo No. 715-2003, “REGLAMENTO PARA LA FORTIFICACIÓN DE LA SAL CON YODO Y SAL CON YODO Y FLUOR”, el acuerdo gubernativo No. 0324-2007, “REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.01.15:07 HARINAS, HARINA DE TRIGO FORTIFICADA. ESPECIFICACIONES” y de acuerdo al mismo decreto 44-92 se crea en el mismo año la Comisión Nacional para la Fortificación, Enriquecimiento y/o Equiparación de Alimentos (CONAFOR) de la República de Guatemala, que es la encargada de velar porque dichas acciones se cumplan (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), 2012)

En el artículo 1 la ley menciona «es obligatorio el enriquecimiento, fortificación o equiparación de los alimentos necesarios para suplir la ausencia o insuficiencia de nutrientes en la alimentación habitual de la población». En el momento en el que se creó la ley la deficiencia de micronutrientes estaba focalizada en:

deficiencia de vitamina A, yodo, flúor, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico, por lo tanto se emprendieron acciones para corregir éstas deficiencias de acuerdo a la fortificación de azúcar, sal y harinas como se menciona previamente, sin embargo en la actualidad y de acuerdo a la Encuesta Nacional de Micronutrientes 2009-2010 (ENMICRON) del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, la deficiencia se encuentra focalizada en: folato, Vitamina B12, Zinc y Hierro, por lo tanto para la presente investigación se considera importante ampliar la investigación sobre la producción de alimentos fortificados en vías de corregir las deficiencias de micronutrientes actuales, reportados en la ENMICRON 2009-2010 y regirse al artículo 1 de decreto de Ley No. 44-92, “LEY GENERAL DE ENRIQUECIMIENTO DE ALIMENTOS. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), 2012)

Para el ámbito nutricional es importante corregir las deficiencias de micronutrientes, ya que éstas merman la calidad de vida de la población infantil guatemalteca. Diversos estudios demuestran que las deficiencias de micronutrientes producen: bajo peso al nacer, altos índices de mortalidad infantil, retraso en el crecimiento y desarrollo, reducción del coeficiente intelectual y desarrollo cognitivo, así como trastornos mentales, reducción del sistema inmune, aumento en la recurrencia de infecciones, altas prevalencias de diarrea, que es a la vez una de las principales desencadenantes de muerte infantil, reducida productividad y altos índices de mortalidad. Es importante recalcar que las deficiencias de micronutrientes en edad temprana repercuten directamente otras etapas del ciclo vital. (Micronutrient Initiative , 2009), (Chen, 2013), (Yang, 2011), (Menchú, Torún, & Elías, 2012), (Tran, 2013), (Argüello & Solís, 2011) y (Galvao, 2013).

Asimismo, diversos estudios demuestran que la deficiencia de hierro produce: anemia, disminución de la productividad, reducción del coeficiente intelectual y presencia de desórdenes psiquiátricos. La deficiencia de zinc está relacionada con: retardo en el crecimiento, disminución del sistema inmune, reducción del aprendizaje, la memoria y reducción de la reparación celular. La deficiencia de folato reduce la función cognitiva y aumenta los defectos del tubo neural, lo que produce discapacidad y alta prevalencia de mortalidad infantil. La deficiencia de vitamina B12 conduce a anemia megaloblástica, reducción de la productividad, reducción del desarrollo cognitivo e incrementa la presencia de síntomas neuropsiquiátricos y neurológicos. (Micronutrient Initiative , 2009), (Chen, 2013), (Yang, 2011), (Menchú, Torún, & Elías, 2012), (Tran, 2013), (Argüello & Solís, 2011) y (Galvao, 2013).

Como respuesta a las deficiencias presentes en la población infantil, se decidió elaborar gomitas funcionales de frutas con proteína y fortificadas con un 30% de las recomendaciones dietéticas diarias de vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc para niños de 7 a 12 años en etapa escolar. Se utilizó la técnica de encapsulación, debido a que esta protege a los micronutrientes reduciendo la interacción de estos con los factores extrínsecos, dándoles estabilidad a pH ácidos, temperatura y condiciones extremas de humedad, provocando un aumento en la vida útil de producto y una mejor absorción y disponibilidad de los mismos

en el organismo. La tecnología de micro encapsulado también ayudó a mejorar el sabor, aroma y apariencia de las gomitas elaboradas.

La investigación proporcionará datos sobre la experimentación desarrollada a lo largo de la elaboración de una gomita de fruta fortificada con vitaminas (C, B12, ácido fólico) y minerales (zinc, hierro) en Guatemala. Además, el proyecto puede abrir futuras líneas de investigación para profesionales en el campo de la nutrición y en el campo de tecnología de alimentos, específicamente en el campo de la fortificación de alimentos infantiles.

En el desarrollo de nuevos productos, gran parte del éxito de un producto alimenticio son los resultados del mercado de la percepción del consumidor de la calidad sensorial. El desarrollo de productos necesita entender el comportamiento y la elección de los alimentos del consumidor. Últimamente, las pruebas de aceptabilidad por consumidores son las evaluaciones más importantes en el desarrollo de productos. Debido a esto fue indispensable realizar evaluaciones sensoriales al mercado objetivo, niños de siete a doce años, para evaluar si el producto funcional es aceptado por este tipo de consumidores, así como la aceptación de las compradoras que son las madres, las cuales son las que tienen la decisión de compra y las que les tienen que gustar el concepto del producto para ofrecérselos a sus hijos. Además de evaluar la aceptabilidad del diseño del empaque del producto funcional.

Como parte del desarrollo de nuevos productos, también se debe determinar la vida de anaquel. La determinación de la misma, es de gran importancia actualmente, ya que permite que el producto sea distribuido a nivel mundial, sin que el mismo pierda sus características sensoriales, nutricionales, fisicoquímicas y microbiológicas. Con esto también se garantiza, que el producto no le va causar ningún daño al consumidor. Por lo tanto, fue indispensable realizar este proceso para las gomitas funcionales elaboradas. Además, se determinó el empaque adecuado de manera de que protegiera sus propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, evitando que sufra algún tipo de deterioro a lo largo de la cadena alimenticia. (Man, 2002)

Debido a que el enfoque principal de las gomitas es proveerle a los niños parte de los micronutrientes necesarios para su desarrollo, es fundamental llevar a cabo una determinación del contenido de vitaminas y minerales que el producto posee, para conocer si cumple o no con las cantidades que se necesitan de los nutrientes mencionados anteriormente, para ser un producto fortificado que realmente logre cubrir los requerimientos diarios que la población infantil necesita. Asimismo, la determinación del contenido de vitaminas y minerales al final del tiempo de vida del producto es esencial conocerla, para determinar cuál fue el comportamiento que sufrieron con forme el transcurso del tiempo y garantizar que al final de la vida de anaquel cumpla con las cantidades establecidas.

## IV. OBJETIVOS

### A. Objetivos generales

#### 1. Megaproyecto

- Desarrollar gomitas funcionales a base de jugos de frutas, con proteína, fortificadas con vitaminas y minerales, para niños de 7 a 12 años en la ciudad de Guatemala.

#### 2. Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales

- Determinar los micronutrientes y las cantidades necesarias en la formulación de la mezcla que se usará para fortificar una gomita de fruta elaborada en Guatemala.

#### 3. Módulo de formulación del producto

- Desarrollar un producto tipo gomita con proteína y fortificado con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, a partir de zumo de fruta.

#### 4. Módulo análisis sensorial del producto

- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las gomitas funcionales elaboradas y del diseño del empaque con niños de 7-12 años y mamás en la Ciudad de Guatemala.

#### 5. Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto

- Determinar la vida de anaquel del producto en los empaques establecidos.

#### 6. Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto

- Realizar la determinación de proteína y vitaminas C, B12, ácido fólico, hierro y zinc de las gomitas funcionales elaboradas.

### B. Objetivos específicos

#### 1. Módulo de formulación del producto

- Desarrollar la formulación óptima de una gomita para obtener las mejores características organolépticas, funcionales y de vida útil del producto.
- Determinar el método adecuado de encapsulado de vitaminas y minerales, con el fin de asegurar su compatibilidad y estabilidad dentro de una matriz alimentaria.

- Estandarizar el proceso de producción de las gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc y establecer el flujo de operaciones y el equipo requerido para su industrialización.
- Evaluar el costo de materia prima para la elaboración de las gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

## **2. Módulo análisis sensorial del producto**

- Evaluar el producto funcional utilizando la metodología de grupos focales con estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala.
- Evaluar la aceptabilidad del producto funcional con madres de niños de 7-12 años, por medio de grupos focales.
- Evaluar la aceptabilidad y preferencia hacia los diferentes sabores del producto funcional de niños de 7-12 años.
- Evaluar la aceptabilidad del diseño del empaque del producto funcional de niños de 7-12 años, por medio de entrevistas.

## **3. Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto**

- Establecer y elegir los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del producto que se ven alterados a lo largo del tiempo en las condiciones de almacenamiento.
- Determinar a través de ensayos la vida de anaquel acelerada tomando en cuenta las características establecidas anteriormente.
- Determinar el empaque adecuado para preservar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto.

## **4. Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto**

- Determinar las vitaminas C, B12 y ácido fólico en la vida inicial y final de las gomitas funcionales.
- Determinar los minerales hierro y zinc en la vida inicial y final de las gomitas funcionales.
- Determinar el contenido de proteína en la vida inicial y final de las gomitas funcionales.

## 5. **Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales**

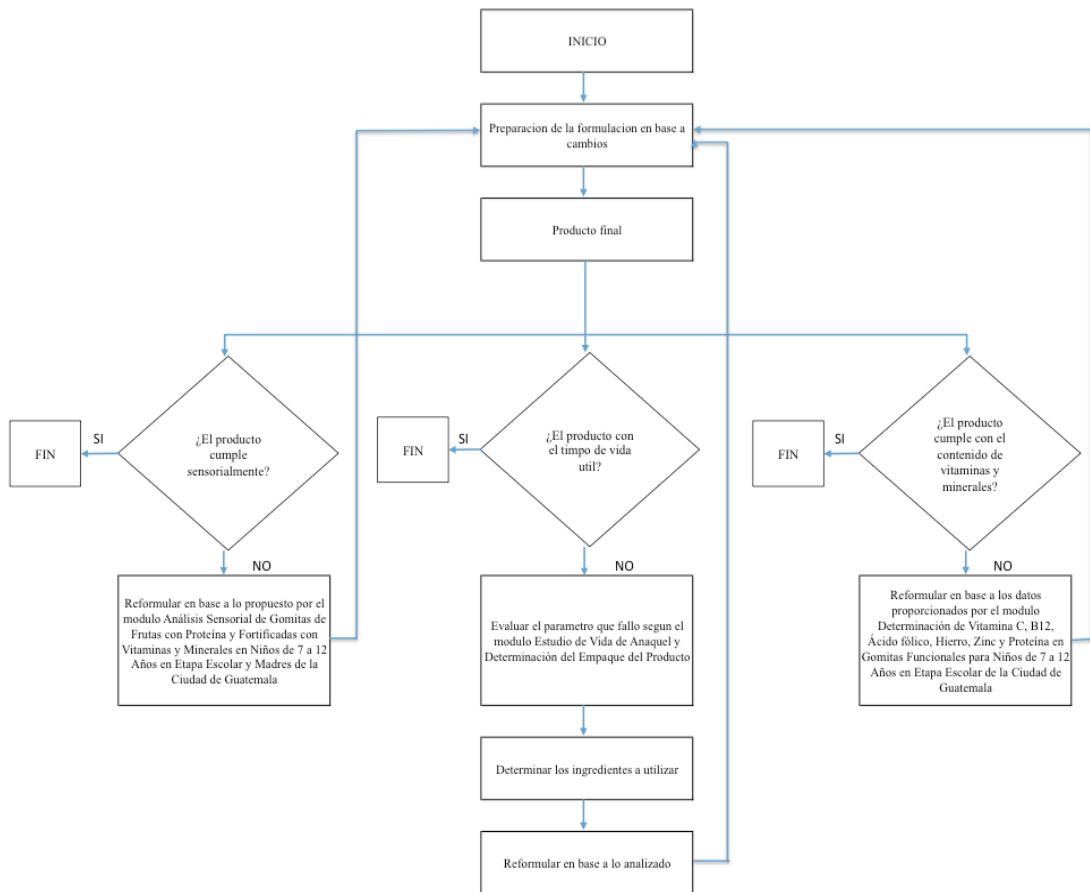
- Desarrollar un bioensayo en ratas Whistar que permita observar el efecto de una gomita de frutas, fortificada con vitaminas (C, B12, ácido fólico) y minerales (zinc, hierro), sobre el peso y longitud.

## V. METODOLOGÍA

### A. Formulación

- Realizar una investigación previa de las deficiencias de micronutrientes de la población objetivo.
- Determinar el porcentaje de fortificación de las vitaminas y minerales tomando en cuenta la definición del CODEX Alimentarius de alimentos fortificados.
- Realizar una investigación previa de las materias primas a utilizar, para conocer su funcionalidad tecnológica en el proceso de producción.
- Realizar varias formulaciones, según el diagrama No. 1, evaluando las características sensoriales, tiempo de vida útil del producto y el contenido de vitaminas y minerales.

**Diagrama No. 1.** Diagrama de decisión de formulación de gomitas<sup>1</sup>



<sup>1</sup> No todos los procesos se dieron de forma simultánea. Siempre se buscó resolver un problema a la vez, sin que la solución afectara algún otro proceso. Como por ejemplo

- Si se tenían resultados de las pruebas sensoriales, no se realizaban cambios en la formulación si el proceso de evaluación de vida útil aun no había concluido.
- Si aún no concluía el proceso de evaluación de vida útil, no se determinaba el contenido de vitaminas y minerales.

- Al definir una formulación final, la cual cumpla con las características anteriormente mencionadas, se procede a estandarizar el producto final tomando en cuenta el contenido de grados Brix, pH y dimensiones de cada gomita.
- Establecer los costos de materias primas utilizadas para la producción y el tamaño de cada lote de producción de las gomitas
- Investigar el equipo necesario para la producción industrial de las gomitas fortificadas.

## **B. Grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala**


Sé realizó un grupo focal, el cual estaba conformado por estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala de cuarto año y quinto año, esto se realizó para determinar si el producto elaborado tenía características agradables previo a ser usado en las pruebas con niños de 7 a 12 años.

Los panelistas se reunieron en el laboratorio de análisis sensorial salón E-106, Universidad del Valle de Guatemala. Los panelistas fueron acomodados en una mesa sin separaciones para facilitar la discusión. Al inicio de cada sesión se dio a conocer a los panelistas el objetivo de la prueba y las instrucciones a seguir.

En el grupo focal se discutieron los atributos del producto con los diferentes sabores, manzana-pera y fresa. A la vez se realizó una discusión acerca de las similitudes y diferencias del producto elaborado con GumyVit. El producto de GumyVit son gomitas con vitamina C para niños de 4 años en adelante, con sabor a limón, naranja, fresa y mandarina. Este producto es similar al producto formulado, por lo que se deseaba determinar qué aspectos sensoriales lo diferenciaban de las GumyVit: sabor, color, textura, sensación en la boca, tamaño. Por último se les hizo unas preguntas acerca de cómo debería ser el empaque para los niños de 7 a 12 años, teniendo como referencia el empaque de las GumyVit, para conocer el empaque ideal para este rango de niños.

La discusión fue orientada por la misma moderadora, quien siguió la guía para el grupo focal (ver Anexo 2). Los materiales utilizados para poder realizar el respectivo grupo focal, se encuentra en el Cuadro No. 17.

**Cuadro No. 17.** Materiales para el grupo focal con los estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala

Material	Cantidad
Gomitas de fresa	48
Gomitas de manzana-pera	48
GumyVit 	2 bolsas
Vasos desechables	24
Recipientes pequeños para colocar las esferas gelificadas	24
Picheles	2
Computadora	1
Servilletas	26
Cartilla de color	10

A cada panelista se le entregaron las respectivas muestras a evaluar, un vaso con agua, y cartillas de color. Las cartillas de color utilizadas se pueden observar en los anexos 3 y 4. Al finalizar el grupo focal, se les otorgó a los participantes, una pequeña refacción, como agradecimiento a su participación.

Los análisis de datos se colocaron en tablas de frecuencia.

### **C. Grupo focal con mamás de la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío**

Para llevar a cabo esta parte se hicieron cartas a las mamás para solicitarles que participaran en el grupo focal (Ver Anexo 5). Se realizaron dos grupos focales conformado por mamás de la Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío, esto se hizo con el fin de conocer la opinión de las mamás ante las nuevas mejoras del producto elaborado (ver Anexo 6), así como la aceptación y la evaluación de ésta: color, textura, forma, tamaño, sensación en la boca.

Previo al inicio de la sesión se le dio a conocer a las mamás el objetivo de la prueba y las instrucciones a seguir. Las mamás se reunieron en dos grupos de ocho personas, en la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío, fueron acomodados en una mesa sin separaciones para facilitar la discusión. A cada panelista se le entregó las dos muestras de gomitas, el de sabor fresa y el de sabor a manzana-pera, un vaso con agua, y cartillas de color, éstas se pueden observar en los anexos 3 y 4. Por último se les hizo unas preguntas acerca de dos distintos empaques, para conocer la opinión que tienen acerca de estos, determinar cuál de los dos empaques es el ideal para los niños (ver Anexo 7) y que debería de tener el diseño de éste para llamar la atención de los niños. La moderadora siguió la guía para el grupo focal (ver Anexo 8).

**Cuadro No. 18.** Materiales para el grupo focal con mamás.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Gomitas de fresa	48
Gomitas de manzana-pera	48
Vasos desechables	18
Recipientes pequeños para colocar las esferas gelificada	18
Picheles	2
Computadora	1
Servilletas	18
Cartilla de color	10

Al finalizar el grupo focal, se les otorgó a las mamás, una pequeña refacción, como agradecimiento a su participación. Los análisis de datos se colocaron en tablas de frecuencia.

## **D. Validación de escala hedónica de caritas faciales en niños y niñas de 7-9 años**

Para poder realizar todas las pruebas, tanto con madres como con niños fue necesario e importante entregar una carta dirigida a la directora de la escuela para tener autorización para realizar el estudio (ver Anexo 9).

Se realizó la validación de la escala hedónica facial con niños de 7-9 años para determinar si era confiable para utilizarla en la prueba de aceptabilidad del producto.



En esta validación participaron los niños de 7-9 años, debido a que ellos son los más pequeños y son los que más se les dificulta entender. La cantidad de niños entrevistados en este rango de edad fue de 24.

En la entrevista se utilizaron los tres tipos de dulces mencionados en el Cuadro No. 19, debido a que son los dulces más parecidos al producto elaborado. La muestra 1 fue los dulces “Classic Bears”, la muestra 2 “Arcor Frutal” y la muestra 3 “Sultana Dulces”. Los dulces mencionados anteriormente se eligieron respecto a la calidad por medio del costo. Además la escala hedónica de caritas faciales que se utilizaron para este tipo de prueba, es de 5 escalas faciales: “está horrible”, “no me gustó”, “indiferente”, “me gustó”, “me encantó”. Estas caritas faciales se obtuvieron de la Revista Chilena de Nutrición por Da Cunha et al (ver Anexo 10).

Se llamaron a los participantes de la entrevista por grupos de la misma edad, en la Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío en Chinautla. A cada grupo de la misma edad se le enseñó un conjunto de cinco fichas con las caritas faciales (tarjetas lúdicas): “está horrible”, “no me gustó”, “indiferente”, “me gustó”, “me encantó” y se les preguntó a cada participante si lograba identificar la representación de las caritas faciales.

Luego se les entregó las tres muestras de dulces, un vaso con agua, la boleta con la escala hedónica. Previo al inicio de la entrevista se le dio a conocer a los participantes el objetivo de la prueba y las instrucciones a seguir. La moderadora siguió la guía elaborada para la validación de la escala hedónica facial (ver Anexo 11). Al finalizar, se les otorgó a los participantes, una sorpresa, como agradecimiento a su participación. Para el análisis de datos las respuestas de los participantes se reportaron en gráficas (Ver Anexo 12).

**Cuadro No. 19.** Materiales para la validación de escala hedónica de caritas faciales.

Material	Cantidad
Dulces Classic Bears 	6 bolsas
Dulces Arcor Frutal 	1 bolsa
Dulces Sultana 	1 bolsa
Vasos desechables	30
Picheles	1
Lápiz	1 caja
Vasitos pequeños	24

### **E. Prueba de aceptabilidad (escala hedónica facial) y prueba de preferencia para gomitas de frutas fortificadas**

La prueba de aceptabilidad y de preferencia se realizó en la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío en Chinautla, este estuvo conformado por niños y niñas de primero primaria hasta sexto

primaria, los cuales tienen un rango de edad de 7 a 12 años. En este estudio se trabajó con 204 niños y niñas. Las boletas de aceptabilidad y de preferencia, se pueden observar en los anexos 13 al 15.

Es importante mencionar que el producto con los diferentes sabores para la evaluación de la prueba de aceptabilidad y preferencia, se realizaron con las mejoras del producto evaluadas por mamás. Asimismo para estas pruebas fue sumamente necesario capacitar a 4 personas para que ayudaran en las pruebas de aceptabilidad y preferencia a los niños de 7 a 12 años. A estas personas se les informó en qué consistía el proyecto, la justificación del mismo, la importancia de realizar las debidas evaluaciones sensoriales, cuáles eran las funciones que ellos debían realizar y como deberían realizarse.

Ambas pruebas se realizaron en 3 días, dos grados por día. Se realizaron las pruebas a 34 niños por grado, los cuales se dividieron en cinco grupos, cuatro grupos con siete niños y el otro grupo con seis niños. Cada grupo estuvo a cargo de un representante, (la autora de éste módulo y las 4 personas que fueron capacitadas). También estuvo presente la maestra del grado correspondiente para impartir orden y ayuda.

Las pruebas se realizaron en las mañanas para que los niños la hicieran de una mejor manera y para que al momento de llevar a cabo el análisis sensorial, no se hubiera visto afectado por la refacción escolar. Asimismo es importante mencionar que antes de realizar las pruebas cada representante de cada grupo les enseñó las tarjetas lúdicas para que los niños tuvieran una mejor familiarización con las caritas faciales y comprendieran de una mejor manera el significado de cada uno.

La cantidad de niñas y niños que evaluaron las diferentes pruebas sensoriales fueron determinados por medio de la ecuación de muestras finitas (ver ecuación No. 10). La confiabilidad que se utilizó fue de 95%

Ecuación No. 10

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2(N-1)) + (z^2 \cdot p \cdot q)}$$

n: tamaño de la muestra

z: desviación estándar

p: probabilidad de éxito

q: probabilidad de fracaso

N: universo o población

e: error de muestreo permitido

Cálculo de Z para confiabilidad del 95%

$$\frac{95}{2} = 47.5$$

$$\frac{47.5}{100} = 0.475$$

$$n = \frac{1.906^2 \times 0.75 \times 0.25 \times 783}{(0.05^2(782)) + (1.906^2 \times 0.75 \times 0.25)} = 202$$

N= Cantidad total de niños en la Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío

Z= Se buscó el 0.475 en la tabla de distribución de probabilidad normal estándar y fue 1.906

P= 75% de éxito

Q= 25% de fracaso

e= Como se tiene una confiabilidad del 95%, el error de muestreo es de 5%

Es importante mencionar que a pesar que se obtuvo una muestra de población de 202, se trabajó con 204 niños para que se trabajara con 34 niños por edad.

#### ***Prueba de aceptabilidad:***

La prueba de aceptabilidad se realizó con la prueba de escala hedónica facial de 5 intervalos. Estas caritas faciales se obtuvieron de la Revista Chilena de Nutrición por Da Cunha *et al.* Se determinó el nivel de aceptabilidad de la apariencia, sabor y aroma de los dos diferentes sabores de las gomitas de: fresa y manzana-pera, por lo que se realizaron dos pruebas de aceptabilidad, uno para el sabor a fresa y el otro para

el sabor a manzana-pera (ver Anexo 13 y 14). Esto se realizó con el fin de determinar el nivel de gusto o de disgusto de los diferentes atributos sensoriales evaluados.

Las gomitas se colocaron en recipientes pequeños transparentes. Para la prueba, se pasó de primero las gomitas de manzana-pera con la boleta correspondiente y al terminar la prueba se les indicó que debían de tomar agua, luego se inició con la segunda prueba de aceptabilidad con las gomitas de fresa.

Los niños en cada prueba de aceptabilidad, observaron, probaron las muestras e indicaron su nivel de agrado o rechazo en cuanto al color, olor y sabor usando las categorías que aparecen en la boleta codificada: “Horrible”, “No me gustó”, “Indiferente”, “Me gustó”, “Me encantó”.

Para el análisis de datos se inició tabulando los datos en diferentes puntajes numéricos (categorías), donde 1 representa “Horrible” y 5 “Me encantó”. Luego, se utilizó la prueba de ranking con signos de wilcoxon para verificar si había diferencia significativa entre los puntajes de ambas muestras.

#### ***Prueba de preferencia:***

Se determinó la preferencia de las gomitas con sabor a fresa y manzana-pera (Ver Anexo 15). Esto se realizó con el fin de conocer cuál de los dos sabores es el preferido por el mercado objetivo.

Las gomitas también se colocaron en recipientes pequeños transparentes. Para esta prueba se pasó las gomitas de manzana-pera (Muestra 1) y fresa (Muestra 2), para que los niños colocaran en la boleta que sabor prefieren.

Para esta prueba se tabuló cuántos panelistas eligieron cada muestra. Luego se sumó el número de panelistas que prefirieron cada una y se determinó la significancia de los totales utilizando la prueba de distribución Z por ser más de 50 panelistas.

**Cuadro No. 20.** Materiales para la prueba de aceptabilidad y de preferencia.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Gomitas de fresa	612
Gomitas de manzana-pera	612
Vasos desechables	204
Recipientes pequeños para colocar las esferas gelificadas	816
Picheles	3
Bandejas	2
Lápices	3 cajas

Es importante mencionar que para las pruebas de aceptabilidad y de preferencia, se les otorgó una pequeña refacción a los niños como representación de agradecimiento.

## **F. Aceptabilidad del diseño empaque con niños y niñas de 7-12 años:**

Se determinó la aceptabilidad del diseño con niños de 7-12 años para desarrollar una alternativa para un diseño del empaque del producto elaborado. La cantidad de niños entrevistados fue de 48. Se llamó a los participantes de la entrevista por grupos de la misma edad. Ocho niños por edad, los cuales se dividieron en tres grupos, dos grupos con tres niños y un grupo con dos niños. A cada participante se le hizo una serie de preguntas, en donde se les dio a escoger que diseño les gustaba más (ver Anexo 16) y de acuerdo a esa elección, se les hizo otra serie de preguntas. Asimismo se contrató a una diseñadora gráfica para diseñar dibujos de animales para colocarlos en el diseño del empaque. Con estos dibujos se les preguntó a los niños, cuál les gustó más y si les gustaría que estos estuvieran en el empaque (ver Anexo 17).

Cada grupo estuvo a cargo de una representante, la cual realizó las series de preguntas que se pueden observar en el Anexo 18. Previo a la entrevista se le dio a conocer a los participantes el objetivo de la entrevista y las instrucciones a seguir. Al finalizar la entrevista se les dio una sorpresa como agradecimiento. Los análisis de datos se colocaron en gráficas de pie (ver Anexo 19).

Al conocer el diseño con más aceptabilidad, se hizo un prototipo del diseño para el empaque.

## **G. Diseño del experimento para vida de anaquel**

### **Etap 1:**

Elección del empaque: Se eligieron dos empaques que cumplieron con los requerimientos del producto para la determinación de la vida de anaquel del producto. Luego, se determinó cuál de los dos empaques es el más apropiado con respecto a la protección del empaque y los costos.

### **Etap 2:**

Elaboración del perfil del producto: fisicoquímico y sensorial

Se observaron los cambios en el producto, de manera de elegir los parámetros a determinar, con base a los que más afecten la calidad del producto.

### **Etap 3**

Determinación de condiciones de la evaluación

Se tomó en cuenta el perfil del producto para elegir las temperaturas de almacenamiento y los parámetros a evaluar. Con base en esto, se determinó el número de muestras que se necesitaba para el análisis.

**Etapa 4:**

Realizar el estudio de la vida de anaquel

Se realizó el estudio de la vida de anaquel acelerada, utilizando tres temperaturas diferentes (30°C, 35°C y 40°C) y un control a 4°C.

## H. Obtención del producto del perfil de la vida de anaquel

El perfil del producto, está compuesto por un perfil sensorial, un perfil de características fisicoquímicas y un perfil de características microbiológicas. Se trabajó con un grupo compuesto por 4 ó 5 personas para obtención del perfil sensorial del producto (Hough, 2010).

Con base en las características iniciales del producto se determinó una escala y un rango en la que el producto es aceptable, para cada uno de los atributos del producto. El perfil que se obtuvo se presenta a continuación.

**Cuadro No. 21.** Perfil del producto fisicoquímico y sensorial del producto.

Parámetro		Valor inicial	Rango aceptado
Actividad de agua		0.820	0.800-0.900
pH		4.5	4-5
Grados brix		65	60-70
Color manzana	L*	88.47	71 -87
	a*	-4.30	-4 a -1
	b*	45.15	45 -68
Color fresa	L*	70.69	52 - 70
	a*	19.02	10-27
	b*	28.58	22-34
Textura (pegajosidad)		330 g	330-370 g fuerza/cm2
Textura (dureza)		4,300 g	3,850-4,300 g fuerza/cm2
Aceptabilidad general del producto		4.8	3-5

**Cuadro No. 22.** Perfil microbiológico del producto.

	<b>Valor inicial</b>	<b>Límite máximo</b>
Recuento de mohos y levaduras (10-1)	8x100 UFC/g (0.90 log UFC/g)	1.0x10 <sup>3</sup> UFC/g (3 log UFC/g)
Recuento total de aerobios mesófilos (10-1)	1.67x10 <sup>2</sup> UFC/g (2.22 log UFC/g)	1.0x10 <sup>5</sup> UFC/g (5 log UFC/g)

Los límites microbiológicos se determinaron según la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEM 2 217:200 para productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, y turrone.

## **I. Materiales para la vida de anaquel**

- **Producto:** gomitas funcionales de manzana/pera o de fresa, fortificadas con vitamina C, B9 y B12, ácido fólico, hierro y zinc, enriquecidas con proteína. Los componentes principales de este producto son: sacarosa, glucosa, grenetina, gelatina sin sabor, ácido cítrico, ácido málico, agua y zumo concentrado de fruta (fresa o manzana-pera). Para la microencapsulación de las vitaminas, se utilizó: alginato de sodio, lactato de calcio, agua y las vitaminas y minerales mencionados.
- **Empaque:** Se trabajaron con dos empaques. Las características de los empaques se pueden observar en el anexo 20.
- Material de laboratorio

## **J. Equipo para la vida de anaquel**

- Balanza analítica Ohaus
- Medidor de actividad de agua Aqua Lab
- Potenciómetro Hanna Instruments
- Refractómetro ATAGO
- Texturómetro Brookfield CT3 texture analyzer
- Incubadoras
- Refrigeradora
- Stomacher

## K. Métodos fisicoquímicos para la vida de anaquel

- **Actividad de agua:** se determinó la actividad de agua por medio del equipo Aqua Lab (Decagon Devices, Inc, 2000).
- **pH:** Se realizó la medición instrumental del pH del producto utilizando un potenciómetro Hanna Instrumentes (Hanna Instruments , 2004).
- **Grados Brix:** se realizó la medición instrumental utilizando un refractómetro marca ATAGO (ATAGO CO, LTD)
- **Color:** se realizó la medición del color utilizando cartillas de colores (ver apéndice 3 y 4) con siete tonos diferentes, en donde los colores aceptados para la cartilla de color utilizada para la gomita de fresa fueron de 3 al 6, mientras que para la cartilla de color utilizada para la gomita de manzana-pera fueron los valores del 4 al 6. Para el análisis aproximado del cambio de color de las gomitas, se utilizaron los valores de L\*, a\* y b\* de Sherwin Williams para cada cartilla y para cada tono de las mismas. (Sherwin Williams)
- **Textura:** se hizo la medición instrumental de la textura (adhesividad, y dureza), de las muestras analizadas bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Para esto se utilizó el texturómetro Brookfield CT3 Texture analyzer, el cual está diseñado para cuantificar y correlacionar las mediciones de textura realizadas (Brookfield Engineering Laboratories, Inc, 2013).

**Cuadro No. 23.** Parámetros del texturómetro para la determinación de dureza y adhesividad.

Parámetros	
Modo de ensayo	Normal
Velocidad ensayo	10 mm/s
Distancia	30 mm
Trigger	10 g

## **L. Metodología para análisis microbiológico**

- **Preparación del agua peptonada:** se disolvieron 25 g del diluyente de agua peptonada MERCK, en un litro de agua desmineralizada. Se introdujeron en la autoclave para esterilizarlos durante 15 minutos a una temperatura de 121°C.
- **Determinación del recuento de mohos y levaduras:** se realizaron siembras en placas Petrifilm para el recuento de mohos en levaduras, según el método establecido en la Guía de 3M Petrifilm. Para esto, se utilizaron 5 gramos de la muestra y se realizaron diluciones 1:10 con agua peptonada. Se colocó 1 ml de las muestras diluidas en las placas Petrifilm y se incubaron a una temperatura de 25°C durante 24 a 48 horas. Cada muestra se trabajó en duplicado (3M, 2003).
- **Determinación del recuento total de aerobios mesófilos:** se llevaron a cabo siembras en placas Petrifilm para el recuento total de aerobios mesófilos, según el método establecido en la guía de 3M Petrifilm. Para esto, se utilizaron 5 gramos de la muestra y se realizaron diluciones 1:10 con agua peptonada. Se colocó 1 ml de las muestras diluidas en las placas Petrifilm y se incubaron a una temperatura de 30°C por 72 horas (3M, 2003).

## **M. Representación gráfica para la vida de anaquel**

**Diagrama No. 2.** Empaque de poliéster/ polietileno de calibre 229 mc

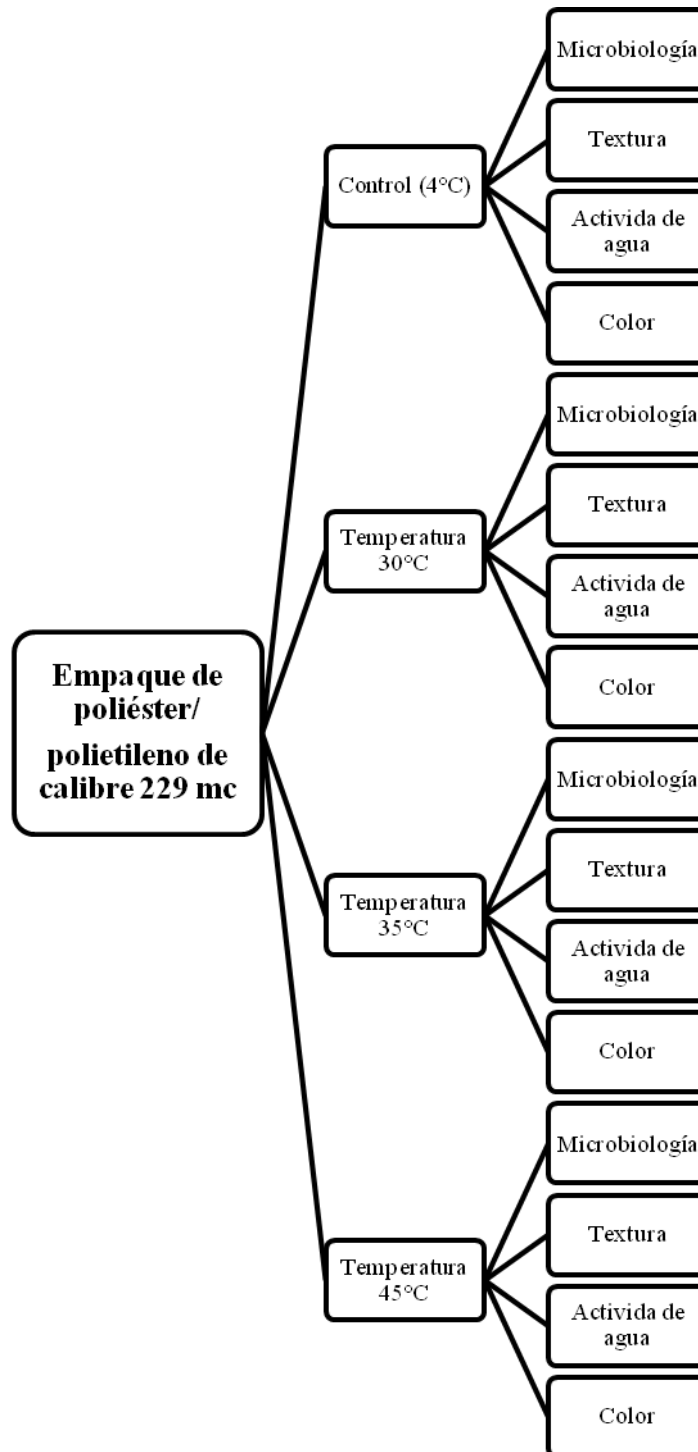
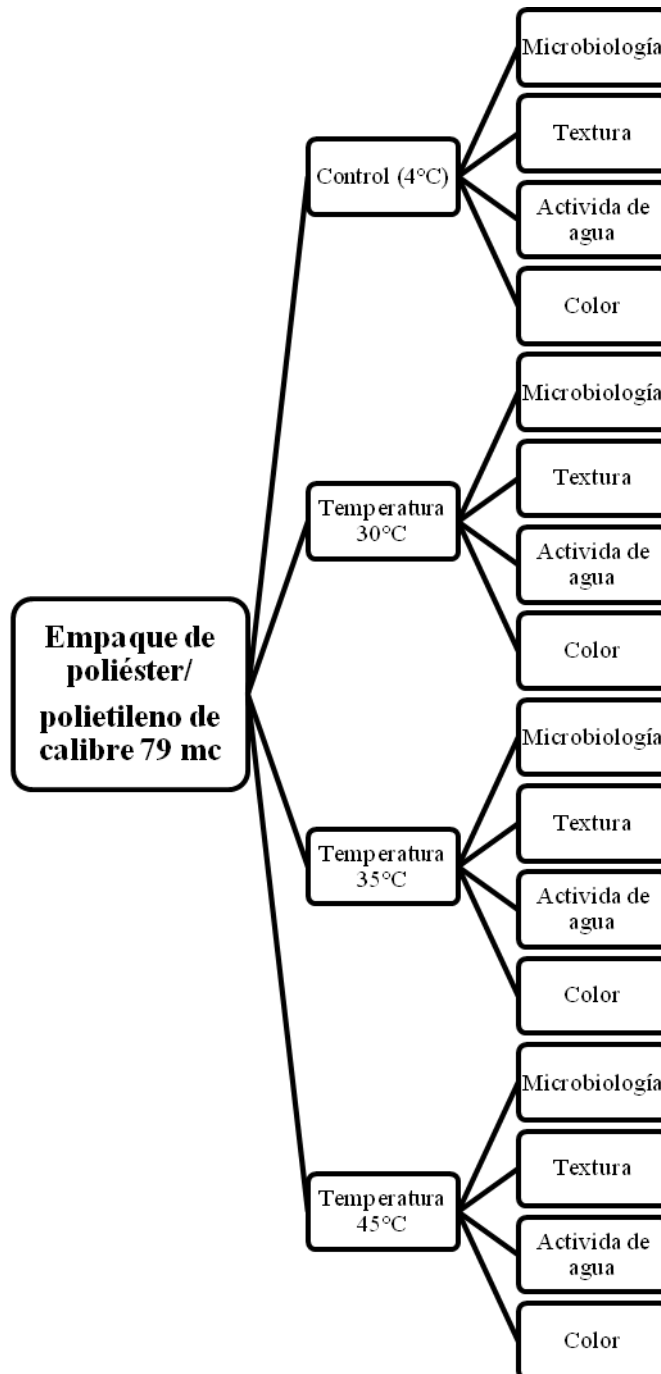


Diagrama No. 3. Empaque de poliéster/ polietileno de calibre 79 mc



## N. Métodos sensoriales: prueba de aceptabilidad para el análisis de la vida de anaquel

Para la determinación de la vida de anaquel del producto, se trabajó con un panel semi-entrenado de 5 estudiantes de quinto año de la Universidad del Valle de Guatemala, que han tenido cierto entrenamiento por haber recibido el curso de Análisis Sensorial de alimentos.

Se evaluó la aceptabilidad general del producto utilizando una escala hedónica de 5 puntos. El valor 5 indicó el valor máximo de aceptación de la muestra y el valor 3 indicó el límite entre la aceptación y el rechazo y el valor 1 indica el valor máximo de rechazo (Flores-Mercado, 2012).

**Cuadro No. 24.** Escala utilizada para el análisis sensorial.

<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta, ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

**Cuadro No. 25.** Materiales utilizados en el análisis sensorial

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Gomitas de fresa	20
Gomitas de manzana-pera	20
Vasos desechables	5
Picheles	1
Bandejas	2

## **Ñ. Determinación de ácido ascórbico (vitamina C) por el método oficial de la AOAC #967.21**

### **1. Materiales**

- Producto: gomitas funcionales con proteína, fortificadas con vitamina C, B12, ácido fólico, hierro y zinc.
- Cristalería de laboratorio.

### **2. Reactivos**

- Ácido Meta fosfórico.
- Ácido Acético.
- Ácido Sulfúrico.
- Ácido Ascórbico.
- 2.6 dicloroindofenol.
- Bicarbonato de sodio.

### **3. Equipo**

- Balanza analítica

**4. Principio.** El ácido ascórbico reduce el indicador de óxido reducción, 2,6-dicloroindofenol, a una solución sin color. El punto final, el exceso de la solución no reducida es color rosa en una solución ácida. La vitamina es extraída y se titula en presencia de solución ácido acético meta fosfórico o de ácido sulfúrico ácido acético meta fosfórico para mantener una acidez apropiada para la relación y evitar autooxidación del ácido ascórbico a un pH alto (AOAC, 2005).

### **5. Soluciones.**

#### **a. Soluciones extractoras:**

**1) Solución ácida de ácido acético-meta fosfórico:** Se disolvió con agitación 15 g ácido meta fosfórico en 40 ml ácido acético y 200 ml de agua; se diluyó a 500 ml y se filtró rápidamente con papel filtro, se colocó en un recipiente con tapa y se colocó en refrigeración (el ácido meta fosfórico cambia lentamente a ácido fosfórico, pero si se almacena en refrigeración, la solución se mantendrá satisfactoriamente de 7 a 10 días).

**2) Solución ácida de ácido sulfúrico ácido acético meta fosfórico:** Se disolvió con agitación 15 g ácido meta fosfórico en 40 ml ácido acético y 200 ml 0.3N ácido sulfúrico; se diluyó a 500 ml y filtrar rápidamente con papel filtro, se colocó en un recipiente con tapa y se guardó en refrigeración.

**b. Solución estándar de ácido ascórbico 1 mg/ml:** Se pesó 50 mg de ácido ascórbico estándar, que haya sido almacenado en el desecador y en oscuridad. Se transfirió a un balón volumétrico de 50 ml. Se diluyó al volumen con solución ácido acético meta fosfórico antes de usar.

**c. Solución estándar de indofenol:** Se disolvió 50 mg de sal de sodio de 2.6 dicloroindofenol en 50 ml de agua con 42 mg Bicarbonato de Sodio. Se agitó vigorosamente hasta disolver. Se diluyó con agua hasta un volumen de 200ml. Se filtró y se colocó en un recipiente tapado opaco y se llevó a refrigeración (AOAC, 2005).

**6. Estandarización del método.** En tres erlenmeyers diferentes de 50 ml, se colocó 1 ml de solución estándar de ácido ascórbico más 5ml de solución de ácido acético-meta fosfórica. Se Tituló con la solución de indofenol. (Se obtiene relación de valor F)

De la misma forma se tituló 3 blancos compuestos de 7 ml de la solución de ácido acético meta fosfórico, más 1 ml de agua destilada. (Se obtiene valor B)

**7. Preparación de la muestra y determinación.** Se pulverizó 5 gramos de la muestra, moliéndola gentilmente. Se agregó solución de ácido acético meta fosfórico y se trituró hasta que la muestra estuviera en suspensión. Se midió el volumen utilizado de ácido acético meta fosfórico y designarlo como volumen V. Se realizó el proceso de filtración. Se tomó 2 mililitros del filtrado y se agregó 5ml de solución ácido acético meta fosfórico. Se tituló con la solución de indofenol. Se determinó la cantidad de ácido ascórbico (AOAC, 2005). Se preparó la muestra en duplicado

Ecuación No. 91.

$$\text{Mg. Ácido ascórbico/g muestra} = (X-B) \cdot (F/E) \cdot (V/Y)$$

X= volumen de indofenol utilizado en la titulación

B= volumen de indofenol utilizado en el blanco

F= mg ácido ascórbico equivalente a 1 ml de solución estándar de indofenol

E= g de muestra analizada

Y= volumen de la solución muestra titulada

V= volumen de ácido meta fosfórico para extraer vitaminas

## O. Determinación de cianocobalamina (vitamina B12) por HPLC

### 1. Materiales

- Producto: gomas funcionales con proteína, fortificadas con vitamina C, B12, Ácido fólico, Hierro y Zinc
- Cristalería de laboratorio

### 2. Reactivos

- Acetonitrilo
- Ácido Acético Glacial
- Agua destilada
- Fosfato de Sodio 0.04M
- Metanol
- Cianocobalamina

### 3. Equipo

- Cromatógrafo líquido de alta resolución
- Columna Hypersill ODS 200 x 2.1mm, 5  $\mu$ m
- Balanza analítica
- Equipo de filtración al vacío
- Vortex

**4. Preparación de solución de disolución para extracción.** Se preparó una mezcla de agua, Acetonitrilo y Ácido Acético Glacial (94:5:1).

**5. Preparación de la fase móvil.** Se preparó una solución de Fosfato de Sodio 0.04M pH 3.5 y Metanol (70:30). Se filtró por membrana de nylon de 0.45 $\mu$ m y se agitó por 5 minutos.

**6. Soluciones estándar de vitamina B12.** Para la curva patrón se necesitó realizar una serie de cuatro soluciones, se pesó 100, 10, 10 y 10 mg de Cianocobalamina y se aforó a 100, 100, 250 y 500 mililitros. Se filtró por membrana PVDF (13mm) de 0.22 $\mu$ m. y se inyectó. Las soluciones se encuentran a 1000, 100, 40 y 20  $\mu$ /mL.

**7. Preparación de la muestra.** Se molió 50 gramos de la muestra en agua destilada. Se colocó 2 mililitros de la muestra y se aforó a 100ml con la solución de extracción. Se agitó con magneto por 15 minutos. Se filtró por membrana PVDF (13mm) de 0.22  $\mu\text{m}$ . Se inyectó la muestra. Se preparó la muestra en duplicado.

**8. Análisis cromatográfico.** La muestra se analizó a una longitud de onda de 254 nm, en una columna Hipersill ODS (200 x 2.1mm, 5  $\mu\text{m}$ ) a temperatura ambiente. Se utilizó la fase móvil con un flujo de inyección de 0.5mL/min. El tiempo de corrida fue de 10 minutos. Se realizó el cálculo del contenido de vitamina de la muestra con base a la ecuación obtenida de la curva de calibración realizada con los estándares.

## **P. Determinación de ácido fólico por HPLC**

### **1. Materiales**

- Producto: gomitas funcionales con proteína, fortificadas con vitamina C, B12, Ácido Fólico, Hierro y Zinc.
- Cristalería de laboratorio.

### **2. Reactivos**

- Ácido Fólico
- Ácido Sulfúrico
- Acetonitrilo
- Acetato
- Fosfato

### **3. Equipo**

- Balanza analítica
- Campana extractora
- Cromatografía líquido de alta resolución
- Centrifuga
- Equipo de filtración al vacío
- Vortex

**4. Soluciones estándar de ácido fólico.** Para la curva patrón se necesitó realizar una serie de cuatro soluciones, se pesó 100, 10, 10 y 10 mg de ácido fólico y se aforó a 100, 100, 250 y 500

mililitros. Se filtró por una membrana PVDF (13mm) de 0.22  $\mu\text{m}$ . Inyectar. Las soluciones se encontraban a 1000, 100, 40 y 20  $\mu\text{g/mL}$ .

**5. Extracción de la muestra.** Se colocó 50 gramos de muestra en un matraz volumétrico de 25 mililitros y añadirle 3 mililitros de Hidróxido de potasio 0.1M, se agitó con agitador magnético por 10 min. Se adicionó al extracto 3 mililitros de ácido sulfúrico 0.1M. Se aforó la muestra a 10 mililitros con buffer fosfato de sodio pH 6.5. Se centrifugó por 2 horas a 1800 rpm y se filtró la muestra por membrana de PVDF (13mm) con cartucho 0.22  $\mu\text{m}$ . La muestra se realizó en duplicado.

**6. Análisis cromatográfico.** La muestra se analizó a una longitud de onda de 280 nm, en una columna Hipersill ODS (200 x 2.1mm, 5  $\mu\text{m}$ ) a temperatura de 50  $^{\circ}\text{C}$ . Se utilizó la fase móvil 100% acetonitrilo con un flujo de inyección de 0.5mL/min. El tiempo de corrida fue de 40 minutos. Se calculó el contenido de vitamina de la muestra en base a la ecuación obtenida de la curva de calibración realizada con los estándares.

## **Q. Determinación de cenizas por el método oficial de la AOAC #923.03**

### **1. Materiales**

- Producto: gomas funcionales con proteína, fortificadas con vitamina C, B12, Ácido Fólico, Hierro y Zinc.
- Cristalería de laboratorio
- Crisoles de porcelana

### **2. Equipo**

- Balanza analítica
- Campana extractora
- Placa calefactora
- Mufla

**3. Principio.** El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo (AOAC, 2005).

**4. Desarrollo.** Se pesó alrededor de 2 a 5 gramos de muestra homogenizada. Si la muestra contenía abundante agua, se pesó una cantidad que contuviera de 3 a 5 g de sólidos y se mantuvo sobre un baño de vapor hasta sequedad aparente (AOAC, 2005).

Se procedió a calcinar la muestra en una placa calefactora evitando que se incendiara, seguidamente se colocó en la mufla y se incineró a 550°C por 5 u 8 horas, hasta obtener cenizas blancas o grisáceas. Luego se pre enfrió en la mufla apagada y luego se pasó a un desecador. Las cenizas que contenían manganeso o hierro podían presentar cierta coloración (AOAC, 2005). Se preparó la muestra en duplicado.

## **R. DETERMINACIÓN DE HIERRO Y ZINC POR EL MÉTODO OFICIAL DE LA AOAC #968.08**

### **1. Materiales**

- **Producto:** gomitas funcionales con proteína, fortificadas con vitamina C, B12, ácido fólico, hierro y zinc.
- Cristalería de laboratorio

### **2. Reactivos**

- Solución de hierro
- Solución de zinc
- Ácido clorhídrico 32% o 37%
- Agua desionizada
- Aire acetileno

### **3. Equipo**

- Balanza analítica
- Campana extractora
- Placa calefactora
- Equipo de espectrofotometría de absorción atómica

**4. Principio.** De las cenizas provenientes de la calcinación según el Método oficial de la AOAC #923.03, se determina la concentración de Fe y Zn por espectrofotometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno (AOAC, 2005).

**5. Preparación de soluciones.** Para las curvas patrón se necesitó realizar una serie de ocho soluciones. Se pesó 1, 1.5, 2 y 3 miligramos de Hierro y se aforó cada una a un volumen final de 1 litro. Las soluciones se encontraban a 1, 1.5, 2 y 3 ppm. Se pesó 0.6, 1, 2 y 3 miligramos de 100, 10, 10 y 10 miligramos de Zinc y se aforó cada una a un volumen final de 1 litro. Las soluciones se encontraban a 0.6, 1, 2 y 3 ppm.

**6. Desarrollo.** Entreabrir la tapa de los crisoles que contenían las cenizas, y se agregó cuidadosamente 5 mililitros de solución Ácido Clorhídrico-agua (1:1) y se hirvió en una plancha calefactora hasta que se consumió por completo el ácido. Se dejó enfriar (AOAC, 2005).

Posteriormente se agregó nuevamente 5 mililitros de solución Ácido Clorhídrico-agua (1:1) y se hirvió nuevamente, se filtró el contenido del crisol a través de papel filtro de tamaño de poro < 3  $\mu\text{m}$ , se recibió el filtrado en un matraz aforado de 100 mililitros. Se lavó y llevó a volumen con agua (AOAC, 2005).

Utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica con llama de aire-acetileno y calibrado con la serie de estándares, se leyó las concentraciones de Hierro a 248.3 nm y Zinc a 213.8 nm. Se calculó el contenido de minerales de la muestra en base a la ecuación obtenida de la curva de calibración realizada con los estándares. Se preparó la muestra en duplicado (AOAC, 2005).

## **S. Determinación de proteína total por el método de Kjeldahl**

### **1. Materiales**

- Producto: gomas funcionales con proteína, fortificadas con vitamina C, B12, ácido fólico, hierro y zinc.
- Cristalería de laboratorio

### **2. Reactivos**

- Ácido sulfúrico
- Ácido clorhídrico 0.1N
- Hidróxido de sodio al 40%

- Ácido bórico al 4%
- Agua desionizada
- Indicador rojo de metilo

### 3. Equipo

- Balanza analítica
- Digestor Kjeldahl

**4. Principio.** El método se basa en tres etapas que son digestión, destilación y titulación. Que consta en la descomposición del nitrógeno que contienen las muestras orgánicas mediante el uso de Ácido concentrado, para liberar mediante destilación amoníaco el cual es retenido en una solución de Ácido Bórico conocida y finalizar así con la titulación del amonio presente en la muestra con Ácido.

### 5. Desarrollo.

- Digestión: Se colocó 2 gramos de la muestra en un balón Kjeldahl limpio y seco. Se agregó 1 pastilla Kjendahl y 12 mililitros de Ácido Sulfúrico concentrado. Se llevó al digestor a una temperatura aproximada de 300 °C. La muestra se digirió hasta que tuviera una coloración clara o transparente. Se dejó enfriar.
- Destilación: Se agregó 250 mililitros de agua destilada al balón Kjeldahl que contenía la muestra digerida. Se preparó un erlenmeyer de 150 mililitros con 10 mililitros de ácido bórico e indicador rojo de metilo para recoger el destilado. Se agregó al balón Kjeldahl 40 mililitros de Hidróxido de Sodio al 40% y rápidamente se colocó en el digestor a una temperatura aproximadamente de 300 °C.
- Titulación: Se recibió en el Erlenmeyer preparado en el paso anterior, alrededor de 75 a 100 mililitros del destilado y se tituló con ácido clorhídrico 0.1 N. Se preparó la muestra en duplicado.

**6. Cálculo de proteína.** Se obtuvo la cantidad de proteína total presente en la muestra con la siguiente fórmula.

Ecuación No. 102.

$$\left( \frac{\text{Gasto de HCL} * 0.014 * 0.1N(\text{concentracion de HCL}) * 100}{\text{peso de la muestra en g}} \right) * 6.25 = \% \text{ de proteína}$$

## T. Estudio del bioterio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

**1. Enfoque de investigación.** Se realizó un bioensayo en ratas Whistar, la cual fue de tipo cuantitativa, ya que se obtuvo datos reales sobre peso y longitud.

**2. Recursos de materiales para el estudio del bioterio.** Dentro de los recursos materiales se utilizó: las instalaciones del bioterio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

A continuación se presenta un cuadro detallado de materiales utilizados:

**Cuadro No. 26.** Materiales a utilizar para el estudio del bioterio.

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Breve descripción de uso</b>
1	Balanza electrónica marca OHAUS	Se tomó el peso de ratas
1	Recipiente contenedor de 15 centímetros de alto, sin tapadera	Contener al ratón en un recipiente seguro, mientras se le toma el peso
1	Metro	Se tomó longitud en centímetros de ratones
40	Jaulas grandes	Contener por separado a grupo control y experimental
40	Bebedores de bola	Se proporcionó agua al roedor
40	Recipientes de comida	Se colocó el alimento
2	Bolsas de viruta	Se mantuvo el reservorio confortable
1	Hoja de Excel para recolección de datos	Hoja para recolectar datos de peso y longitud
3 Kg	Gomita de frutas sin fortificar	Alimentación de ratas
3 Kg	Gomitas de frutas fortificadas	Alimentación de ratas
3 Kg	Leche semidescremada en polvo	Fuente proteica para las ratas

**3. Tipo de investigación.** Éste fue de tipo correlacional, ya que se manipuló variables para observar los efectos sobre el peso y longitud de ratas Whistar, con el aporte de una gomita fortificada con vitaminas (C, B12, ácido fólico) y minerales (hierro, zinc). Únicamente se presentó la relación existente entre las variables, pero no se explicó la relación causa-efecto.

**4. Población o universo definido.** Se realizó con las ratas del bioterio del INCAP. De los especímenes que se mantienen dentro de la colonia original, se engendró a la camada experimental y control, utilizadas en el estudio.

**5. Contexto de la investigación tiempo y lugar.** La presente investigación se llevó a cabo en el bioterio del INCAP. El proyecto tomó un año para realizarse. La fase experimental del bioensayo requirió dos meses, lo que correspondió a la creación de la camada y la fase experimental.

**6. Tipo de muestreo.** Se realizó el muestreo estandarizado del método de la OAC, para determinación de la calidad proteica. Se formó 5 grupos de 8 ratas en total. Cada grupo se conformó por: 4 machos y 4 hembras, lo que hizo un total de 40 ratas.

**7. Tamaño de muestra calculado.** Se seleccionó un tamaño de muestra de 40 ratas en total, de los cuales 8 pertenecían al grupo control y el resto a los grupos experimentales.

**8. Criterios de inclusión y exclusión de sujetos al estudio.** Se incluyó únicamente a la camada de ratas engendradas específicamente para el proyecto, ya que de lo contrario variaban sus edades y por lo tanto sus características físicas o fenotipo, además se incluyó a machos y hembras en la misma proporción. Se incluyó a las ratas que habían alcanzado un peso de 40 gramos. Se excluyó a las ratas engendradas en fechas muy diversas o a las que nacieron con un promedio de diferencia de una semana o más.

## 9. Clasificación de las variables

**Cuadro No. 27.** Clasificación de las variables para el estudio del bioterio.

Variable	Definición conceptual de cada variable	Clasificación por naturaleza	Clasificación por medición	Clasificación por relación
Administración de alimento tipo gomita no fortificado	Cantidad en gramos de gomita no fortificada aportado a las ratas	Cuantitativo	Variable de razón: el cero es absoluto y representa la ausencia de valores	Independiente

Continuación Cuadro No. 27. Clasificación de las variables para el estudio del bioterio.				
Variable	Definición conceptual de cada variable	Clasificación por naturaleza	Clasificación por medición	Clasificación por relación
Administración de alimento tipo gomita fortificada	Cantidad en gramos de alimento encapsulado fortificado aportado a las ratas	Cuantitativo	De razón	Independiente
Peso	El peso es una variable definida como la masa corporal por la fuerza de la gravedad que ejerce la tierra sobre el organismo	Cuantitativo	De razón	Dependiente
Longitud	La longitud se midió desde la punta de la cabeza hacia la cola de las ratas	Cuantitativo	De razón	Dependiente

**10. Hipótesis de trabajo.** ¿Es adecuada una gomita de fruta fortificada con una mezcla de vitaminas (C, B12, ácido fólico), minerales (zinc, hierro), para una población guatemalteca entre 7 - 12 años?

¿El consumo de una gomita de fruta fortificada con vitaminas (C, B12, ácido fólico) y minerales produce un incremento en el peso y la longitud en ratas *Whistar*?

### 11. Hipótesis nula y alternativa

**a. Peso**

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$  (No existe diferencia significativa entre el promedio de diferencias promedio de peso de las cinco dietas, respecto al día 22/09/2014).

**H<sub>1</sub>:** Existe  $\mu_j$  diferencia Existe diferencia significativa entre el promedio de diferencias de promedio de peso de las cinco dietas, respecto al día 22/09/2014.

**b. Longitud**

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$  (No existe diferencia significativa entre el promedio de diferencias promedio de longitud de las cinco dietas, respecto al día 22/09/2014, tomadas por un mes)

**H1:** Existe  $\mu_j$  diferencia (Existe diferencia significativa entre el promedio de diferencias de promedio de longitud de las cinco dietas, respecto al día 22/09/2014, tomadas por un mes).

**12. Instrumentos de medición.** Para la determinación del epso se utilizó una balanza mecánica, para longitud un metro.

Se elaboró dos instrumentos de medición en Excel, uno para la recolección de peso diario y otro para la recolección de la longitud.

### 13. Intervenciones

#### a. Formulación de la mezcla para fortificar

1) **Nota 1:** el hierro y el zinc se encuentran calculados en base a una dieta con predominio de alimentos vegetales, donde hay baja biodisponibilidad de los minerales.

2) **Nota 2:** el porcentaje se encuentra sugerido en base a las deficiencias de micronutrientes en Guatemala.

3) **RDD:** Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP.

**Cuadro No. 28.** Formulación de los micronutrientes para fortificar la gomita.

Micronutriente	RDD	Dosis/Kg	% de la RDD colocado en la gomita	Cantidad colocada
Vitamina C	43mg/día	1.43mg/Kg	30%	0.429mg/Kg
Folato	276 $\mu$ g/día	9.2 $\mu$ g/Kg	30%	2.76 $\mu$ g/g
Hierro	26.9mg/día	0.90mg/Kg	30%	0.27mg/Kg
Zinc	11.22mg/día	0.40mg/Kg	30%	0.12mg/Kg
Vitamina B12	1.58 $\mu$ g/día	0.055 $\mu$ g/Kg	30%	0.0165 $\mu$ g/kg
CHON	36.81g/día	1.227g/Kg	22%	8g

El cuadro anterior muestra la formulación desarrollada que se utilizó para fortificar la gomita de fruta.

#### b. Determinación de peso.

1) **Determinación de peso:** Se sujetó a la rata por todo el cuerpo y se colocó sobre la balanza mecánica. Posteriormente se realizó la lectura del peso.

2) **Determinación de longitud:** para este procedimiento se sujetó a la rata en la posición adecuada, que es con ambas manos a través de todo su cuerpo. Se le colocó en posición acostada con la cabeza y patas sobre una superficie negra y se le midió desde la cabeza hasta la punta de la cola con un metro.

3) **Alimentación de las ratas:**

- Se colocó una recipiente de alimentación para cada rata del grupo control y un recipiente para cada rata de los grupos experimentales.
- Se separó cada rata con diferentes jaulas.
- Se permitió que las ratas se alimentaran a libre demanda.
- Se colocó un bebedero de bola para cada uno de los especímenes y se permitió que tomaran agua cada vez que lo necesitaran.
- Cada rata de los grupos experimentales se alimentó con 100 gramos de alimento, una vez por semana. El grupo control se alimentó con 100 gramos de dieta la primera semana, con 120 gramos la segunda semana y con 140 gramos la tercera semana.
- La fuente proteica para el grupo control fue la leche descremada y un concentrado lácteo al 85%. Para los grupos experimentales la fuente proteica fue el aislado de soya de la gomita, más un concentrado lácteo al 85% para dejar todas las dietas al 10% de proteína.
- A cada rata se le adicionó gomita de fruta fortificada o sin fortificar.
- Adicional a esto, se les colocó: aceite, almidón, vitaminas o minerales del Bioterio, según fuera el grupo experimental.

A continuación se presenta un cuadro con la cantidad de alimento y su distribución por grupo de experimentación.

**Cuadro No. 29.** Distribución de dietas.

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta 1</b>	<b>Dieta 2</b>	<b>Dieta 3</b>	<b>Dieta 4</b>	<b>Dieta 5</b>
Leche	25g				
Gomitas		50g	50g	50g	50g
Vitaminas del bioterio	1g	1g	1g		
Minerales del bioterio	4g	4g	4g		
Vitaminas de la gomita			5g	5g	

<b>Continuación Cuadro No. 29.</b> Distribución de dietas.					
<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta 1</b>	<b>Dieta 2</b>	<b>Dieta 3</b>	<b>Dieta 4</b>	<b>Dieta 5</b>
Aceite	5g	5g	5g	5g	5g
Almidón	65g	40g	35g	40g	45g
Total	100g	100g	100g	100g	100g
Total de % de proteína	8	8	8	8	8

Con respecto al cuadro anterior es importante recalcar que esta fue la dieta original calculada, sin embargo tras un descenso progresivo del peso, se reajustó la misma a un 10% teórico de proteína con un concentrado lácteo al 85%

**Cuadro No. 30.** Distribución de dieta para la cantidad total de dieta preparada para cada grupo.

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta 1</b>	<b>Dieta 2</b>	<b>Dieta 3</b>	<b>Dieta 4</b>	<b>Dieta 5</b>
Leche	875g	0	0	0	0
Gomitas	0	1500g	1500g	1500g	1500g
Vitaminas del bioterio	35g	30g	30g	0	0
Minerales del bioterio	140g	120g	120g	0	0
Vitaminas de la gomita	0	0	0	0	0
Aceite	175g	150g	150g	150g	150g
Almidón	2275g	1200g	1200g	1350g	1350g
Total	3500	3000	3000	3000	3000
Total de proteína teórica, ya con la adición de concentrado lácteo al 85%	10%	10%	10%	10%	10%
Total de proteína real, obtenido por reacción de Kjeldahl.	14%	16%	17%	13%	12%

**c. Identificación de ratas.** A cada rata se le identificó, según la distribución dentro de sus jaulas. Cada reservorio tiene una capacidad de ocho jaulas, de las cuales las primeras cuatro correspondían al sitio de los machos y las siguientes al sitio de las hembras, así sucesivamente para cada grupo experimental.

**d. Separación de ratas.** Todas las ratas cuentan con jaulas individuales para evitar agresiones entre especímenes.

**14. Descripción de la presentación y análisis de resultados.** Los resultados se tabularon en una hoja de Excel simple. Se colocó una columna con el código identificador de cada rata. El código para cada rata se formuló: escribiendo el número de grupo al que pertenecía la rata, seguido de la letra M o H, donde la primera letra se colocaba si la rata era macho o la segunda letra si era hembra, finalmente se colocó el número de rata. Ejemplo: La primera rata macho perteneciente al grupo 1 se colocó así: G1M1.

En las subsiguientes columnas se escribió el peso o la longitud diaria. Se tabuló los datos con un ANOVA de una vía. La diferencia entre medias se determinó a través del análisis estadístico Tukey.

**15. Consideraciones éticas.** Para el presente módulo de megaproyecto se tomó en cuenta las consideraciones éticas sobre el uso animal en experimentación, ya que se redujo al máximo el número de especímenes sin afectar la estadística del estudio; éste fue relevante para la sociedad, ya que podría contribuir al problema de deficiencia de micronutrientes en una población infantil de 7 a 12 años de la ciudad de Guatemala; además se está cumpliendo con las regulaciones institucionales y nacionales sobre la experimentación animal.

El refinamiento es uno de los temas que más se resaltó en el estudio, ya que las técnicas no produjeron dolor en los animales. Además, para evitar el estrés se trabajó con seguridad, calma y sin ruido, perturbando al mínimo el ambiente del espécimen.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo general del Megaproyecto fue desarrollar gomitas funcionales a base de jugos de frutas, con proteína, fortificadas con vitaminas C y B12, ácido fólico, hierro, zinc, aplicando la tecnología de encapsulado, para niños de 7 a 12 años en la ciudad de Guatemala.

De acuerdo al objetivo general del Megaproyecto se llevaron a cabo una serie de formulaciones, análisis sensorial, determinación de la vida de anaquel así como las respectivas determinaciones de vitaminas, proteína y minerales. Para lo cual se presentan los siguientes resultados:

El objetivo general de este módulo fue desarrollar un producto tipo gomita con proteína y fortificado con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, a partir de zumo de fruta, para niños en edad escolar de 7 a 12 años, tomando en cuenta los atributos de textura y sabor e implementando nuevas tecnologías como el microencapsulado de vitaminas y minerales, para aumentar el valor nutricional del producto.

Según la norma del Codex Alimentarius para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAN 296-2009), las gomitas pertenecen a los confites, los cuales se definen como “Producto preparado con fruta(s) entera(s) o en trozos, pulpa y/o puré de fruta(s) concentrado y/o sin concentrar, mezclado con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada.” (CODEX ALIMENTARIUS, 2009).

Para poder obtener el producto final, el cual cumpliera con las características sensoriales, de vida útil y que el contenido de vitaminas y minerales correspondiente al 30% de la ingesta diaria recomendada para niños de 7 a 12 años, primero se determinó el contenido necesario de vitaminas y minerales con las cuales se fortificarían las gomitas por medio de una investigación previa, con el fin de identificar las necesidades nutricionales de la población objetivo, por lo que se determinó que la población con este rango de edad contaba con deficiencias o no tenían acceso al consumo de vitaminas como C, B12 y ácido fólico y minerales como hierro y zinc. (Según modulo Elaboración de una mezcla de vitaminas (c, b12, ácido fólico) y minerales (zinc, hierro) para la fortificación de gomitas).

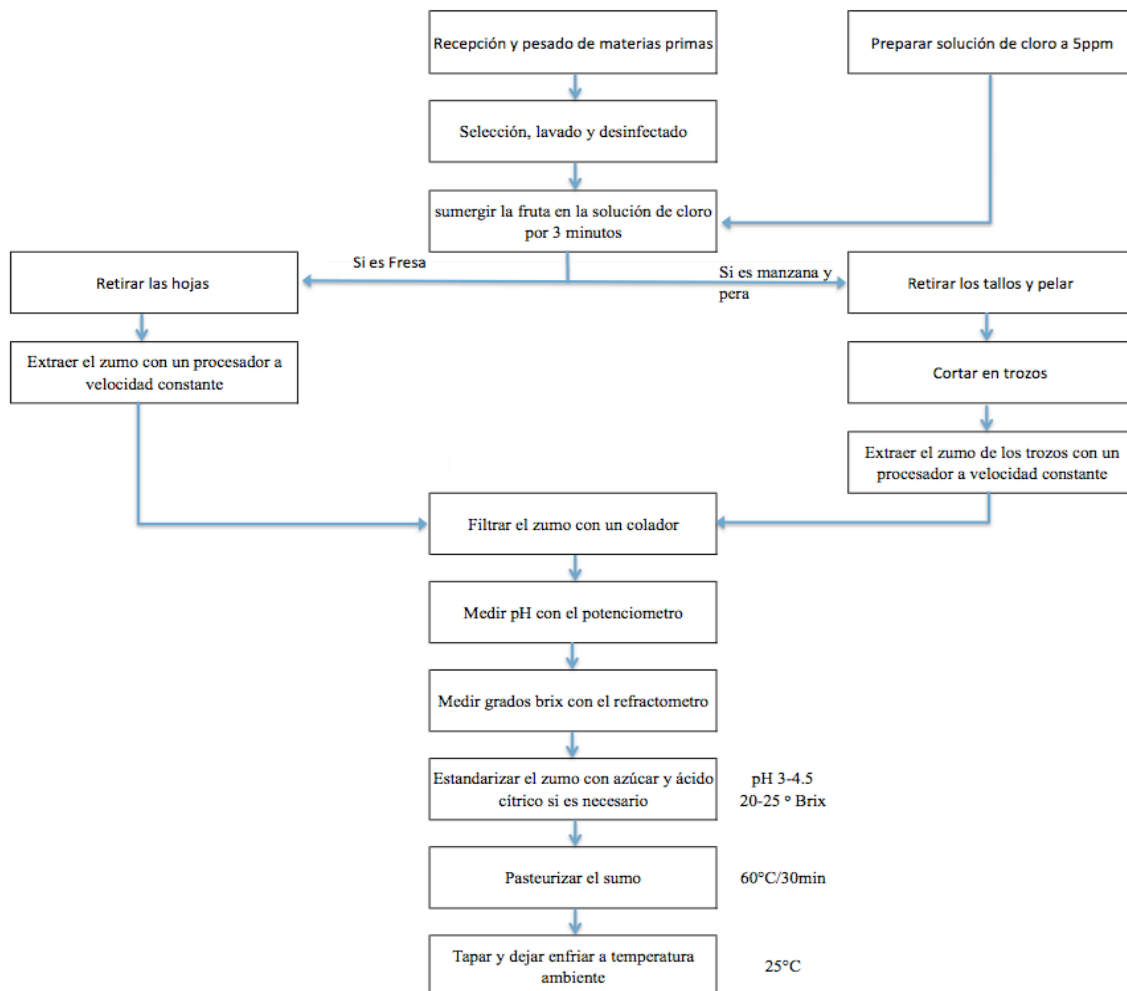
Para proteger la estabilidad de las vitaminas y aumentar el tiempo en que se degradan las mismas estas fueron microencapsuladas por medio del método de gelificación iónica el cual nos ayuda a que sean aprovechadas por el organismo, ya que cuentan con un mecanismo de liberación físico por medio de la presión que se ejerce en el microencapsulado por la masticación o por medio de la disolución haciendo que los microencapsulados de vitaminas y minerales cuando entran en contacto con los jugos gástricos los

cuales cuentan con pH ácidos de 1 a 2, dan lugar a la liberación de las mismas en el proceso de digestión, debido a que el alginato es inestable a estos pH.

Para preparar y estandarizar el zumo concentrado de fruta se siguió el procedimiento descrito en el Diagrama No. 4. Para obtener el zumo de fruta fue necesario su estandarización en el contenido de grados Brix y pH los cuales fueron de 3.0 a 4.5 para el pH y de 20 a 25 °Brix.

Partiendo del zumo de fruta concentrado, se desarrollaron 8 formulaciones las cuales se pueden observar en el anexo 1. Para la formulación inicial (Cuadro No. 73, Anexo 20), se desarrolló un prototipo con un tamaño de porción de 150g en el cual se implementó la técnica de encapsulación por el método de gelificación iónica, para crear esferas gelificadas de frutas (naranja o fresa), este prototipo se fortifico con las vitaminas ya mencionadas, la vitamina C se microencapsulo antes de ser agregada, debido que a su estructura es la vitamina más inestable y más reactiva. Su oxidación está en función de muchas variables principalmente la disponibilidad del oxígeno, temperatura, pH y luz.

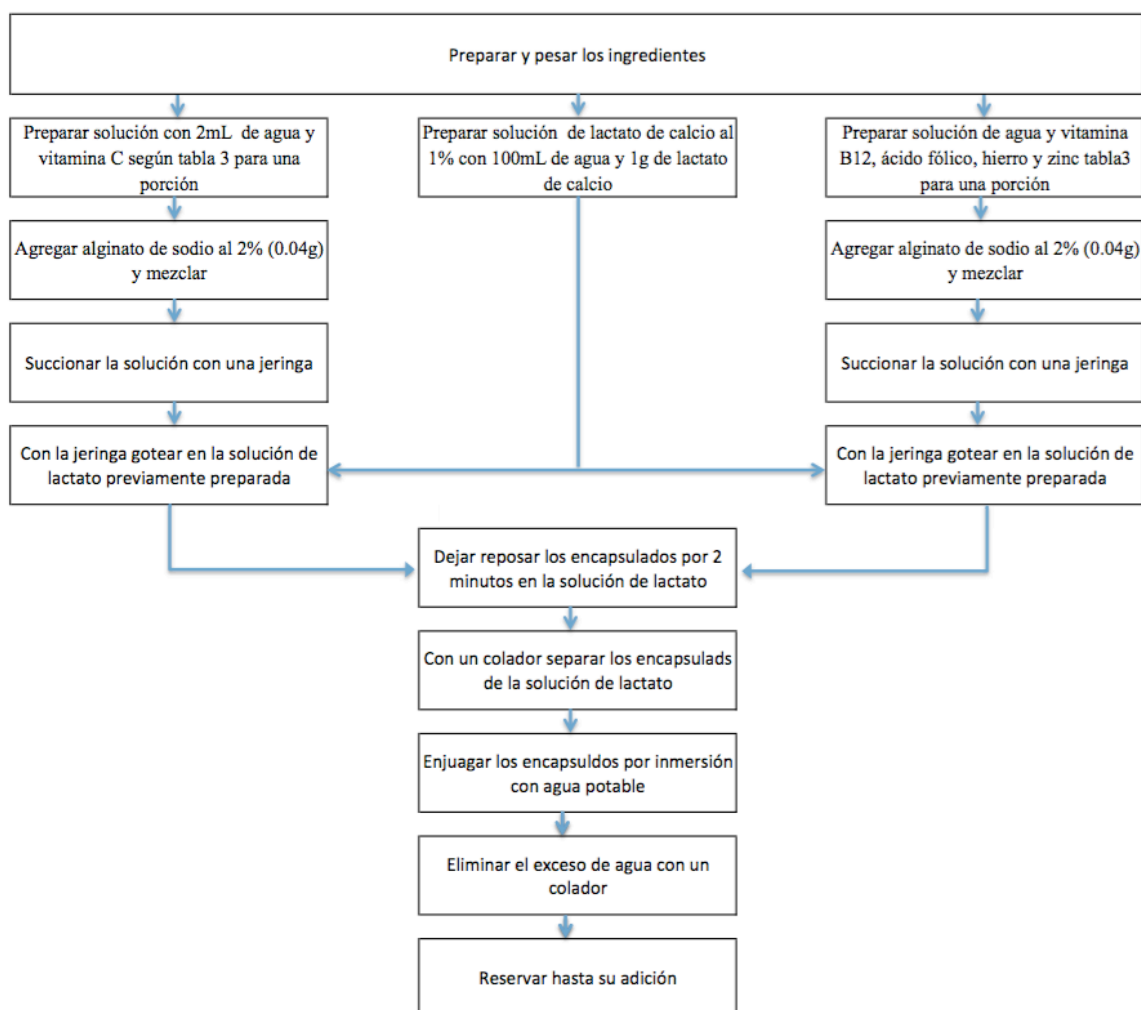
**Diagrama No. 4.** Proceso de producción de zumo de fruta



Al evaluar sensorialmente este prototipo, no fue aceptado por que dejaba sabor residual a hierro y al evaluar el tiempo de vida útil únicamente presento 3 días ya que al cuarto día se observó presencia de moho.

Para mejorar este prototipo se desarrolló una nueva formulación (Cuadro No. 74, Anexo 20), en la cual se implementó la misma técnica de encapsulación, pero para evitar el sabor residual a hierro se realizaron dos tipos de microencapsulados, uno de ellos únicamente con la vitamina C como matriz y el otro con la mezcla de vitamina B12, ácido fólico hierro y zinc como matriz ya que la presencia de ácido ascórbico puede causar la destrucción de la vitamina B12 y enmascara el sabor a hierro. El procedimiento de microencapsulación se llevó a cabo según el Diagrama No. 5.

**Diagrama No. 5.** Proceso de encapsulación de micronutrientes



Para aumentar el tiempo de vida útil se agregó gelatina sin sabor a la formulación ya que esta podía disminuir la actividad de agua debido a su capacidad de ligar agua. Se evaluó la vida útil y los resultados

no fueron los deseados, ya que el tiempo de vida únicamente fue de 5 días cuando se esperaba que el producto presentara como mínimo 2 meses de vida. Esto se debe a que la cantidad de gelatina sin sabor que se agregó no pudo enlazar toda el agua, dejando agua disponible para el crecimiento de microorganismos.

La gelificación incompleta de las esferas gelificadas con diámetro mayor a 0.5 cm dio lugar al crecimiento moho, ya que contaba con agua disponible para el crecimiento de los mismos. Para evitar esto el tiempo de reposo de las esferas en la solución de lactato debe de ser mayor a 10 minutos y además la solución de lactato tiene que estar a mayor concentración, lo cual hace que el proceso de producción sea complejo y se pierda la eficiencia del mismo. Con los microencapsulados de vitaminas y minerales no ocurre este problema ya que estos contaban con diámetros menores por lo que la gelificación era uniforme y completa.

Debido a que los resultados de vida útil de los dos primeros prototipos que se desarrollaron no fueron los esperados fue necesario desarrollar una nueva matriz la cual contara con poca actividad de agua y fuera llamativa para los niños.

Para ello se desarrolló una matriz con azúcar la cual además de proporcionar su poder edulcorante ayuda a enlazar agua disminuyendo la actividad de agua del producto, glucosa la cual ayuda a retrasar la cristalización del azúcar y a la masticabilidad dando estructura al producto, gelatina sin sabor y gretina utilizadas como agentes gelificantes capaces de retener agua, la gretina cuenta con un mayor contenido de colágeno (95%) que la gelatina sin sabor (80%), entre mayor contenido de colágeno se tienen una mayor interacción con el agua enlazándola con mayor facilidad, pero como el colágeno es una proteína fibrosa al gelificar su estructura es quebradiza. Es por ello que es necesario crear una mezcla entre gelatina sin sabor y gretina para tener una estructura firme y semisólida.

Los ácidos también juegan un papel importante en la matriz del producto ya que ayudan a estandarizar el pH, estabilizar el color y además actúan como bactericidas. Como acidulantes se utilizaron ácido cítrico y ácido málico ya que son compuestos de uso común y de fácil acceso.

Tomando en cuenta las características antes mencionadas se pensó en desarrollar gomitas y para diferenciar el producto con lo que se encuentra actualmente en el mercado se formularon gomitas de frutas (fresa o manzana-pera) con proteína y fortificadas con vitaminas y minerales que cumplen con los requerimientos de la población guatemalteca en edades de 7 a 12 años (Cuadro No. 75, Anexo 11). Una de las características poco aceptables de este tipo de productos es la pegajosidad que puede tener la superficie, para evitar esto se agregó una cobertura con aceite mineral. Para lograr que el producto contara con una baja actividad de agua se utilizó una mezcla de gretina y gelatina sin sabor.

Al evaluar la primera formulación de gomitas (Cuadro No. 75, Anexo 11) por un grupo focal, se determinó que la cobertura de aceite mineral que se había agrega no fue aceptable ya que dejaba una sensación aceitosa al tacto (según modulo Análisis Sensorial de Gomitas de Frutas con Proteína y Fortificadas con Vitaminas y Minerales en Niños de 7 a 12 Años en Etapa Escolar y Madres de la Ciudad de Guatemala). Además se determinó que el contenido de proteína era muy bajo y no cumplía con los 8g de proteína que se deseaba por porción. Por lo que fue necesario crear un nuevo prototipo con variaciones en la formulación (Cuadro 89), para aumentar el contenido de proteína por porción se agregó proteína aislada de soya por ser una proteína de buena calidad y de fácil absorción para el ser humano, también se cambió el aceite mineral de la cobertura por almidón de maíz, para evitar la sensación aceitosa ya que el almidón es utilizado como antiadherente por que tiene la capacidad de formar películas delgadas las cuales sirven como recubrimientos. Para llamar la atención del consumidor se agregó color a los microencapsulados. Esta formulación fue evaluada y se determinó que con el almidón de maíz si se eliminó la pegajosidad del producto, la coloración de los microencapsulados no fue aceptada por el consumidor ya que daban la impresión de ser moho, además la proteína que se agregó hizo que el sabor de la gomita no fuera aceptable ya que esta dejaba un fuerte sabor a proteína.

Para mejorar las características del producto se desarrolló una nueva formulación (Cuadro 90), en la cual se hizo una variación en el contenido de los ingredientes y se eliminó el colorante que se le había agregado a los microencapsulados y se agregó saborizante para potenciar el sabor a fruta. Esta formulación fue evaluada por un grupo focal conformado por madres de familia (según módulo Análisis Sensorial de Gomitas de Frutas con Proteína y Fortificadas con Vitaminas y Minerales en Niños de 7 a 12 Años en Etapa Escolar y Madres de la Ciudad de Guatemala), las cuales comentaron que el sabor a fruta se percibía levemente y que el tamaño de la porción de 150g no era el adecuado ya que era muy grande para que un niño lo consumiera. Tomando en cuenta las observaciones del grupo focal con madres de familia y haciendo una evaluación en el mercado del tamaño de la porción de las gomitas comerciales las cuales se encontraban entre 50 y 75 g, se desarrolló una formulación (Cuadro 14) a la cual se le aumento el contenido de saborizante y se disminuyó el tamaño de la porción a 50 g.

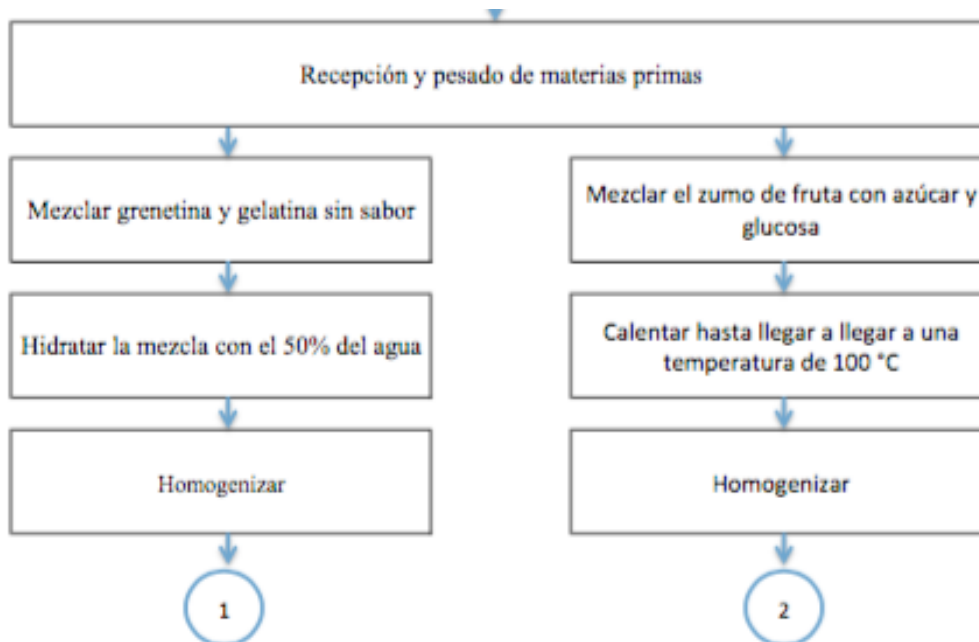
Evalutando desde el punto de vista nutricional el producto se determinó que el contenido de azúcar de una porción era muy alto al compararlo con la ingesta diaria recomendada para niños de 7 a 12 años. Por lo que se realizaron dos nuevas formulaciones, en la primera se sustituyó el 25% del azúcar por sorbitol (Cuadro No. 79) y en la segunda solo se disminuyó el 25% del azúcar y se aumentó el contenido de gelatina sin sabor y grenetina para balancear la formulación y además como el azúcar no solo cumple la función de actuar como edulcorante sino que también ayuda a enlazar agua al eliminar una parte de ella era necesario agregar agentes que enlazaran el agua que quedaba libre (Cuadro No. 80).

Al comparar la primera formulación con la formulación final, se pudo percibir que el producto contaba con menor dulzura y al comparar la segunda formulación con la final se pudo percibir que el dulzor

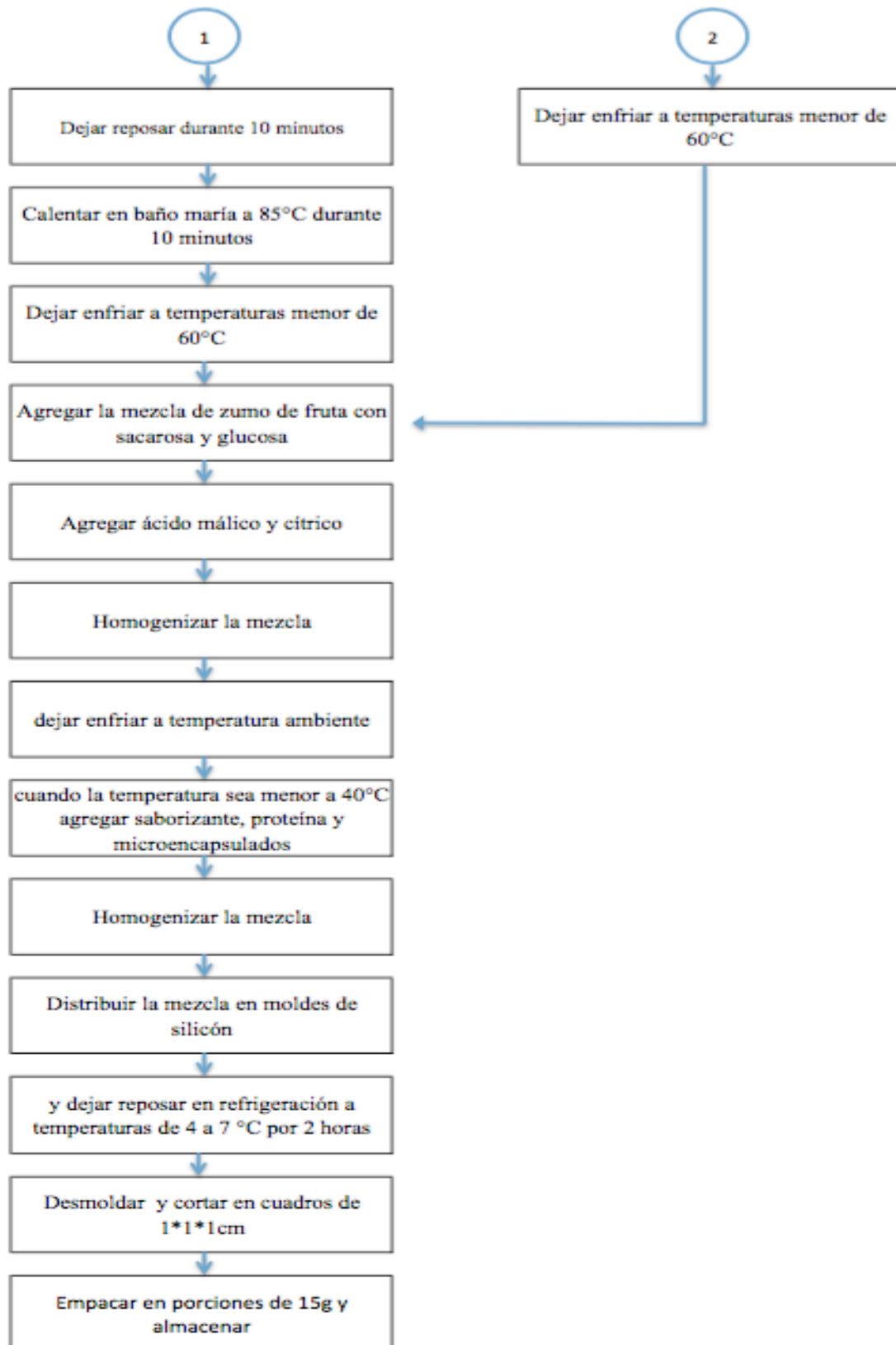
de la segunda formulación era menor que el de la formulación final y de la primera formulación, además por que contaba con un mayor contenido de gelatina sin sabor y de grenetina la gomita tenía una consistencia más dura. Según lo percibido de ambas formulaciones ambas fueron rechazadas.

Para disminuir el contenido de azúcar por porción se redujo el tamaño de la porción de 50g a 15g basándonos en la ingesta diaria recomendada para el contenido de azúcar (Según modulo Elaboración de una mezcla de vitaminas (c, b12, ácido fólico) y minerales (zinc, hierro) para la fortificación de gomitas). El procedimiento de elaboración de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc se describe en el diagrama No. 4, en el cual muestra el procedimiento detallado y los parámetros de estandarización del producto. Utilizando el procedimiento escrito se desarrolló la formulación final que se muestra en el Cuadro No. 31.

**Diagrama No. 6.** Proceso de producción de gomitas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**Continuación Diagrama No. 6.** Proceso de producción de gomitas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**Cuadro No. 31.** Formulación final de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, porción de 15g.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Para porciones de 15g (g)</b>
Azúcar	28.00	4.20
Agua	16.00	2.40
Glucosa	16.00	2.40
Jugo de fruta	12.40	1.86
Microencapsulados	8.00	1.20
Grenetina	7.00	1.05
Proteína	7.00	1.05
Gelatina	5.00	0.75
Sabor	0.30	0.05
Ácido málico	0.26	0.04
Ácido cítrico	0.12	0.02

De esta última formulación se realizó una tabla nutricional teórica utilizando el programa NutritionalData, para validar el contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y de proteína del producto. Se puede observar que una porción de gomitas tiene un aporte mínimo de calorías para los niños que lo consuman.

Se puede observar en la tabla nutricional del producto que el contenido de micronutrientes no corresponde al 30% de la ingesta diaria recomendada para niños de 7 a 12 años, a excepción del zinc que es el único que cumple, esto se debe a que fue necesario realizar una sobredosificación debido a que las vitaminas y minerales aunque estén microencapsuladas se van degradando con una menor velocidad y de esta forma se asegura que el producto no contienen menos del 30% de RDD (recomendaciones dietéticas diarias) durante toda su vida útil, este es el caso de la vitamina C, ácido fólico y hierro. Debido a que el zinc no se degrada durante el tiempo de vida útil evaluado no es necesaria su sobre dosificación, pero con la vitamina B12 no se logró dosificar para un 30% de RDD debido a que no se contaba con el equipo para medir cantidades tan pequeñas con exactitud.

**Ilustración No. 7.** Información nutricional teórica de gomitas de frutas con proteínas y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño de la porción 15 g		
Porciones por paquete 1		
<b>Cantidad por Porción</b>		
<b>Calorías 35</b>	<b>Calorías de grasa 0</b>	
		<b>% VRN*</b>
<b>Grasa Total</b>		0%
Grasa Saturada 0g		0%
<b>Colesterol 0mg</b>		0%
<b>Sodio 0mg</b>		0%
<b>Carbohidratos Total 7g</b>		2%
Fibra Dietética 1g		6%
Azúcar 1g		
<b>Proteína 2g</b>		0.5%
		<b>% RDD**</b>
Vitamina C	29.13mg	76%
Vitamina B12	0.38µg	25%
Folato	111.93µg	46%
Hierro	12.11mg	45%
Zinc	2.91mg	30%
*Los porcentajes del valor diario recomendado se basan en una dieta de 2,000 calorías		
** Los porcentajes están basados en las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP para niños entre 7-12 años		

(NutritionalData, 2014)

Se puede observar en la información nutricional del producto que el contenido de micronutrientes no corresponde e al 30 % de la ingesta diaria recomendada para niños de 7 a 12 años, a excepción del zinc que es el único que cumple, esto se debe a que fue necesario realizar una sobre dosificación debido a que las vitaminas y minerales aunque estén microencapsuladas se van degradando con una menor velocidad y de esta forma se asegura que el producto no contiene menos del 30% de RDD (recomendaciones dietéticas diarias) durante toda su vida útil, este es el caso de la vitamina C, ácido fólico y hierro. Debido a que el zinc no se degrada durante el tiempo de vida útil evaluado no es necesaria su sobre dosificación, pero con la vitamina B12 no se logró dosificar para un 30% de RDD debido a que no se contaba con el equipo para medir cantidades tan pequeñas con exactitud.

Para poder estandarizar el producto final fue necesario establecer un rango aceptable de pH, actividad de agua, dimensiones de cada gomita y cantidad de gomitas por porción. Para determinar las dimensiones del empaque (según modulo estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto), las condiciones de almacenamiento y el crecimiento de microorganismos. El producto final cuenta con las siguientes características fisicoquímicas.

**Cuadro No. 32.** Características fisicoquímicas de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Característica</b>	<b>Rango aceptable</b>
Actividad de agua	0.80 - 0.83
pH	4.45 – 5.15
Dimensiones/gomita	Largo y ancho: 0.8 – 1.2 cm Alto: 0.8 – 1.2 cm
Cantidad de gomitas/porción	13 -16 gomitas

La actividad de agua y el pH del producto son características que afectan en el tiempo de vida útil, ya que depende del contenido de estos los microorganismos que pueden desarrollarse y en las condiciones a las que se debe de almacenar el producto. Según los rangos de actividad de agua y pH, el producto cuenta con una estabilidad intermedia por lo que se puede almacenar a temperatura ambiente y únicamente se desarrollan microorganismos como los mohos, por lo que es importante evitar que el producto este en contacto directo con la humedad del ambiente, para evitar esto se cuenta con un empaque primario el cual protege el producto creando una barrera contra la humedad (según modulo estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto). (Badui Dergal, 2006)

Es importante definir las dimensiones de cada gomita y la cantidad de gomitas por porción, ya que de esta forma nos aseguramos que nuestro producto sea homogéneo y evitar que en los empaques se

observe mayor o menor cantidad de producto. La estandarización del producto ayuda a optimizar recursos y disminuir costos de producción.

Al tener el producto ya estandarizado se pudo determinar el costo de las materias primas por cada lote de producción, en el cual se producen 11,667 porciones de gomitas. En el siguiente cuadro, se puede observar que los costos de las materia primas por cada lote.

**Cuadro No. 33.** Costos de materias primas por lote de producción sin tomar en cuenta las pérdidas.

<b>Ingrediente</b>	<b>Costo/ por lote de producción</b>
Vitamina B12	Q0.14
Vitamina C	Q13.65
Zinc (sulfato de zinc)	Q2.08
Hierro (sulfato ferroso)	Q3.12
Ácido fólico	Q0.53
Alginato de sodio	Q5.91
Lactato de calcio	Q0.87
Azúcar	Q185.02
jugo de fruta	Q191.19
Glucosa	Q193.66
Gelatina sin sabor	Q416.30
Grenetina	Q350.77
Ácido málico	Q27.30
Ácido cítrico	Q2.06
Proteína	Q168.00
Sabor	Q105.23
Agua	Q0.88
Material de empaque	Q420.00
<b>Costo total/ lote</b>	<b>Q2,086.70</b>

Tomando en cuenta el porcentaje de pérdida de todo el proceso de producción el cual es del 23.21% (anexo 3), el costo final de un lote de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, sin tomar en cuenta mano de obra y costos fijos sería de Q2, 570.70 por lo tanto producir una porción de 15 gramos de gomitas tendría un costo de materias primas de Q0.18.

Para poder realizar la producción de gomitas a escala industrial es necesario la implementación de un procesador de frutas para poder extraer los zumos concentrados, balanzas para realizar los pesados de las materias primas, carrito transportador para poder transportar las materias primas de un área a otra, un encapsulador para poder preparar los encapsulados de vitaminas y minerales, una marmita con agitadores para llevar a cabo el proceso de pasteurización y homogenización de las gomitas, un dosificador el cual dosifica la cantidad de mezcla en los moldes, una banda transportadora para transportar los moldes de silicón al área de enfriamiento, un túnel de enfriamiento para enfriar las gomitas y lograr la gelificación completa de las mismas rápidamente y por ultimo una empacadora la cual dosificara el contenido de cada porción y las empaca dentro del empaque primario. En el Diagrama No. 7, se puede observar el proceso de producción de gomitas tomando en cuenta cada uno de los equipos antes mencionado los cuales se encuentran descritos en el anexo 21.

Para validar la formulación fue necesario llevar a cabo un análisis sensorial de las gomitas, de acuerdo con el cual se fue mejorando la formulación tal como se mencionó anteriormente. Esto incluye grupos focales, tanto en estudiantes de la Universidad del Valle como madres de familias, y pruebas hedónicas de aceptabilidad del producto. Para el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

### 1. Grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala

**Cuadro No. 34.** Resultados de la muestra preferida por atributos de apariencia.

Muestra preferida en atributos de apariencia	Frecuencia	Porcentaje
Fresa	8	100%
Manzana-pera	0	0%
¿Por qué? Lo prefieren porque llama más la atención el color. En cuanto al olor no pudieron elegir entre uno y otro, porque no percibieron un olor frutal agradable.		

**Explicación Cuadro No. 34:** Se puede observar que la muestra preferida en atributos de apariencia es la gomita de fresa ya que el color es más llamativo.

**Cuadro No. 35.** Resultados de la muestra preferida por textura.

Muestra preferida en atributos de textura	Frecuencia	Porcentaje
Fresa	0	0%
Manzana-pera	8	100%
¿Por qué? Tiene mejor textura y mejor sensación en la boca.		

Explicación cuadro No. 35: Se puede observar que la muestra preferida por atributos de textura para todos los participantes es la muestra manzana-pera ya que brinda mejor textura y una mejor sensación en la boca.

**Cuadro No. 36.** Resultados de la muestra preferida por sabor.

<b>Muestra preferida en atributos de sabor</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Fresa	0	0%
Manzana-pera	8	100%
<b>¿Por qué?</b> No es tan ácida y es más dulce.		

**Explicación Cuadro No.36:** Se puede observar que la muestra preferida por todos los participantes en atributos de sabor es la muestra de manzana-pera ya que el sabor es más dulce y no es tan ácida como la gomita de fresa.

**Cuadro No. 37.** Resultados de la muestra preferida en general.

<b>Muestra preferida en general</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Fresa	0	0%
Manzana-pera	8	100%
<b>¿Por qué?</b> Mejor consistencia, mejor textura, no deja residuo ácido, si el sabor fuera más concentrado sería mejor y no deja el aceite en la boca.		

**Explicación Cuadro No.37:** La muestra preferida por todas las características en general es la muestra de manzana-pera ya que esta posee mejor consistencia, mejor textura, no deja residuo ácido, no deja aceite en la boca. Además mencionaron que la gomita sería mejor si el sabor fuera más concentrado.

**Cuadro No. 38.** Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomita de fresa.

<b>¿Por qué razones no comprarían la gomita de fresa?</b>
No comprarían la gomita de fresa por grasoso, ligoso y ácido

**Cuadro No. 39.** Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomita manzana-pera

<b>¿Por qué razones no comprarían la gomita de manzana-pera?</b>
No comprarían la gomita de manzana-pera debido al color de las vitaminas ya que da apariencia de moho

**Cuadro No. 40.** Resultados de las comparaciones de las diferentes características de las gomitas funcionales elaboradas con las gomitas GummyVit

<b>Muestra</b>	<b>Mayor intensidad de color</b>	<b>Mayor homogeneidad</b>	<b>Mayor olor a fruta</b>	<b>Mayor sabor a fruta</b>	<b>Mayor sabor dulce</b>	<b>Mayor acidez</b>	<b>Mayor suavidad</b>
Gomitas elaboradas	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
GummyVit	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
<b>Comentarios:</b> En las GummyVit no queda ningún residuo de sabor. Las GummyVit se sienten sabor natural. La gomita de fresa elaborada tiene mayor acidez que la GummyVit. Respecto a la textura prefieren la suavidad de la gomita manzana-pera elaborada que el de las GummyVit							

**Explicación Cuadro No.40:** El 100% de los participantes mencionaron que las gomitas GummyVit poseen mayor intensidad de color, mayor homogeneidad, mayor olor a fruta y mayor sabor a fruta. También opinaron que las gomitas elaboradas poseen mayor sabor dulce, mayor acidez y mayor suavidad. A la vez mencionaron que las GummyVit no les deja ningún residuo de sabor después de masticar y respecto a la textura prefieren la suavidad de la gomita manzana-pera que la de GummyVit.

**Cuadro No. 41.** Resultados de las preguntas elaboradas sobre el empaque

<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas obtenidas</b>
<b>¿Qué pensarían de cómo debería ser un empaque para este producto?</b>	El empaque debe ser laminado ya que tienen vitaminas. Tiene que tener imagen del producto para que lo compren.
<b>¿Qué cambios le harían al empaque de la GummyVit?</b>	El empaque está feo. El color debe ser más atractivo, colores más llamativos.
<b>¿Le pondrían otro color?</b>	Sí, como los mencionados anteriormente. Debería de tener más color amarillo.
<b>¿Es llamativo?</b>	No es para nada llamativo.

Al haber obtenido los resultados del segundo grupo focal, se observó una gran diferencia de aceptabilidad del producto de gomitas funcionales, respecto a las esferas gelificadas que se trabajó en el primer grupo focal.

Con dichos resultados se determinó que las gomitas de manzana-pera debían mejorarse en cuanto a la homogeneidad, el color tanto de las gomitas como el color de las vitaminas ya que en vez de verse atractivo daba una apariencia de mohos en el producto y por estas razones no se les apetecía probarlas ya que daba un aspecto desagradable. En cuanto a atributos de textura fue la muestra mejor calificada ya que a todos los participantes les gustó la consistencia, la textura y la sensación de la boca después de masticarla. Sin embargo los resultados también muestran que la gomita en forma de “estrella” no presentó las mismas características que la gomita “rectangular” esto se debió ya que al momento de hacer la formulación no se mezcló correctamente, por lo que se debía mejorar en la homogenización de la formulación. En cuanto al sabor debía de tener mayor sabor a fruta.

Las gomitas de fresa obtuvieron una gran aceptabilidad en cuanto a la apariencia ya que el color es bastante llamativo y homogéneo. Lo único que debía mejorarse en términos de apariencia era quitarle el barnizado que tenía estas muestras porque lo hacía menos atractivo. Este barnizado se realizó debido a que al momento de tener contacto con la gomita dejaba bastante pegajosidad en las manos y no era agradable. Al evaluar las características de textura de la debida muestra no se obtuvo una buena aceptabilidad ya que la textura no era chiclosa sino pastosa, la consistencia era muy suave y no era parecida a la gomita manzana-pera. El sabor no fue muy agradable ya que no tenía sabor a fresa, dejaba un residuo de acidez después de masticar, lo cual debía mejorarse.

Ambas muestras, es decir tanto la gomitas de manzana-pera y de fresa debían mejorarse en aspectos de aroma ya que solamente se percibía un olor a gelatina y acidez y no presentaba para nada olor frutal. Ambos tuvieron gran aceptabilidad respecto a la forma. Es importante mencionar que el olor y sabor a vitaminas y minerales no se sintieron debido a la encapsulación que a éstas se les dio.

En cuanto a la comparación de gomitas GumyVit con las gomitas elaboradas se pudo determinar que las GumyVit tiene mayor intensidad de color, esto es debido a que no poseen un color natural sino artificial, haciéndolo más atractivo. En cambio el producto elaborado no tiene un color intenso debido a que solamente tiene el color natural de la fruta. La GumyVit tiene mayor intensidad de sabor y olor a fruta natural que el producto elaborado, por lo que demuestra que se debe realizar un cambio en la formulación del producto para obtener mejoras en estos atributos. Es importante mencionar que las GumyVit a pesar que tienen bastantes sabores, no se distingue el olor de cada uno, solamente se distingue un olor frutal, en cambio los productos elaborados tendrán un olor en específico para cada sabor. Los productos elaborados tanto el de manzana-pera como el de fresa poseen mejores atributos de sabor dulce, acidez y textura.

Respecto al empaque se determinó que debe ser llamativo, debe tener alguna figura e imagen del producto para llamar la atención de los niños.

## 2. Grupo focal con mamás

**Cuadro No. 42.** Resultados de la muestra preferida por atributos de olor y apariencia

Muestra preferida en atributos de apariencia	Frecuencia	Porcentaje
Fresa	16	100%
Manzana-pera	0	0%
<b>¿Por qué?</b> El olor es más agradable que el de manzana-pera y el color es más llamativo. Sin embargo la gomita de manzana-pera también les llamó bastante la atención.		

**Explicación Cuadro No.42:** Se puede observar que la muestra preferida en atributos de olor y apariencia es la gomita de fresa ya que el color es más llamativo y el aroma es más agradable. Sin embargo a las participantes también les gustó bastante la gomita manzana-pera pero como debían escoger solamente un sabor, escogieron finalmente la de fresa.

**Cuadro No. 43.** Resultados de la muestra preferida por textura.

Muestra preferida en atributos de textura	Frecuencia	Porcentaje
Fresa	16	100%
Manzana-pera	0	0%
<b>¿Por qué?</b> El 75% escogió la muestra de fresa porque tiene mayor suavidad y es más ácida, pero el 25% mencionó que también les gustaba la gomita manzana-pera.		

**Explicación Cuadro No.43:** Se puede observar que el 75% escogió la muestra de fresa porque tiene mayor suavidad y es más ácida.

**Cuadro No. 44.** Resultados de la muestra preferida por sabor.

Muestra preferida en atributos de sabor	Frecuencia	Porcentaje
Manzana-pera	0	0%
Fresa	16	100%
<b>¿Por qué?</b> Les gusta más el sabor y mayor sabor a fruta.		

**Explicación Cuadro No.44:** Se puede observar que la muestra preferida por todos los participantes en atributos de sabor es la muestra de fresa ya que les gusta más el sabor y posee mayor a fruta.

**Cuadro No. 45.** Resultados de la muestra preferida en general.

<b>Muestra preferida en general</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Manzana-pera	0	0%
Fresa	16	100%
<b>¿Por qué?</b> Textura más suave y el sabor les gusta más.		

**Explicación Cuadro No. 45:** La muestra preferida por todas las características en general es la muestra de fresa ya que la textura es más suave y les gusta más el sabor.

**Cuadro No. 46.** Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomita de fresa.

<b>¿Por qué razones no comprarían la gomita de fresa?</b>
Sí la comprarían

**Cuadro No. 47.** Resultados de las diferentes razones de por qué no comprarían gomita manzana-pera.

<b>¿Por qué razones no comprarían la gomita de manzana-pera?</b>
No comprarían la gomita de manzana-pera debido al sabor que le falta, la falta del olor a fruta y porque no es tan llamativo.

**Cuadro No. 48.** Resultados de las preguntas elaboradas sobre el empaque.

<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas obtenidas</b>
<b>¿Qué empaque piensan que es mejor?</b>	El empaque transparente para que se vean las gomitas y sea más atractivo para los niños. Y si en dado caso debía ser el empaque opaco debería de tener la figura de los dulces para que se sepa que son gomitas.
<b>¿Qué le cambiarían al empaque transparente?</b>	Deberían de tener figuras para ser más atractivo, agregar colores y que sean llamativos, colocarles dibujos, colocarle algún diseño.
<b>¿Qué piensan del tamaño?</b>	El tamaño deber ser un poco más pequeño y que llene la bolsa. El tamaño depende del precio y la cantidad de producto, si son pocas gomitas el empaque tiene q ser pequeño.
<b>¿Es fácil abrirlo?</b>	Sí, es fácil abrirlo.

Al haber obtenido los resultados del grupo focal conformado por mamás se observó mejores características sensoriales para ambos productos comparada con la formulación trabajada con el grupo focal

de estudiantes. Estos nuevos resultados fueron a las mejoras que se les realizó a la formulación anterior del producto.

Con el grupo focal de mamás se determinó que hubo una mejora en la homogeneidad en las gomitas manzana-pera ya que el 100% mencionó que el color del producto era homogéneo, que les gustó totalmente el color y que para ser un color natural está bastante bien. En cuanto a los atributos de textura se debe mejorar ya que esta nueva formulación presentó una textura dura, sin embargo a todas las participantes les gustó la sensación de la boca después de masticar. En cuanto al sabor y el olor aún no se encontraron resultados positivos ya que aún le seguía faltando el aroma y el sabor de manzana-pera, tal como lo había mencionado el grupo focal por estudiantes. Sin embargo las panelistas si identificaron aroma frutal ya que mencionaron que tenía un aroma a: banano, piña, durazno y solamente el 6.25% percibió un olor leve a manzana. Es importante mencionar que no se percibió el olor a vitaminas a lo cual los panelistas indicaron que es lo que más le gustaría a los niños.

Las gomitas de fresa obtuvieron mayor aceptabilidad en el aroma, sabor y textura que las gomitas manzana-pera ya que al 100% les gustó totalmente el olor a fresa, sabor y textura. En atributos de sabor mencionaron que percibían mayor acidez que el sabor a fresa, lo cual era bastante agradable y delicioso. En cuanto a la textura les gustó más que la textura de manzana-pero debido a que era más suave. Entonces, al comparar los resultados del grupo focal conformado por mamás con el grupo focal por estudiantes se puede observar las mejoras de las características sensoriales de la nueva formulación del producto ya que la textura ya no es pastosa, no les deja un residuo de acidez desagradable, ya no se siente olor a gelatina y a ácido que poseía la formulación anterior. Al igual que las gomitas de manzana-pera no se percibió las vitaminas.

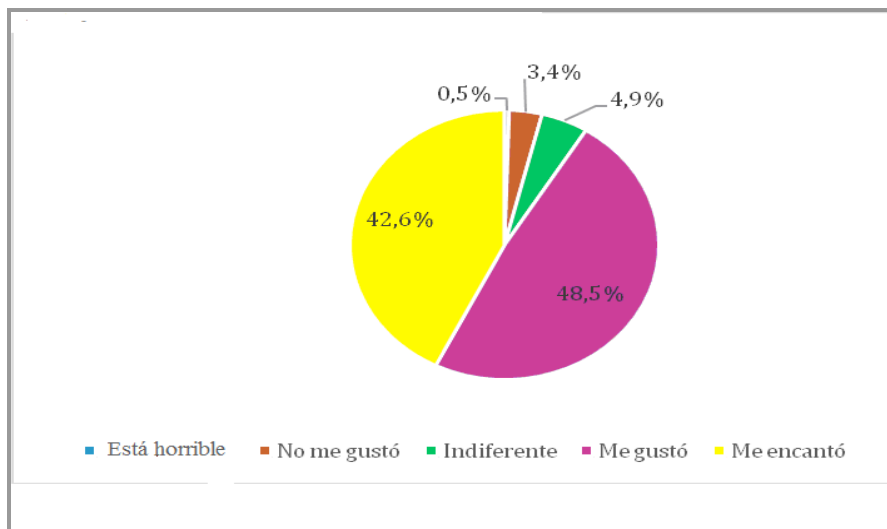
En ambas muestras observaron superficies blancas que no eran homogéneas, pero que no les desagradaba. Esto se debía al almidón de maíz en el producto para reducir la pegajosidad que presentaba las gomitas.

Al momento de preguntarles por qué no comprarían las gomitas de manzana-pera mencionaron que si lo comprarían pero que les gustaría que se realizaran mejoras en el sabor y olor de la formulación, en cuanto a las gomitas de fresa mencionaron que si lo comprarían tal como se les presentó

Respecto al empaque se determinó que el empaque ideal que debía tener las gomitas, es el transparente ya que los niños podrán observar el producto y les llamará la atención. Y para que sea un empaque mucho más llamativo, mencionaron que se debía colocar un diseño con colores llamativos, con dibujo o varios dibujos. Y que si en dado caso se debía trabajar con un empaque no transparente se debía colocar una imagen de la gomita para conocer el producto que tiene el empaque.

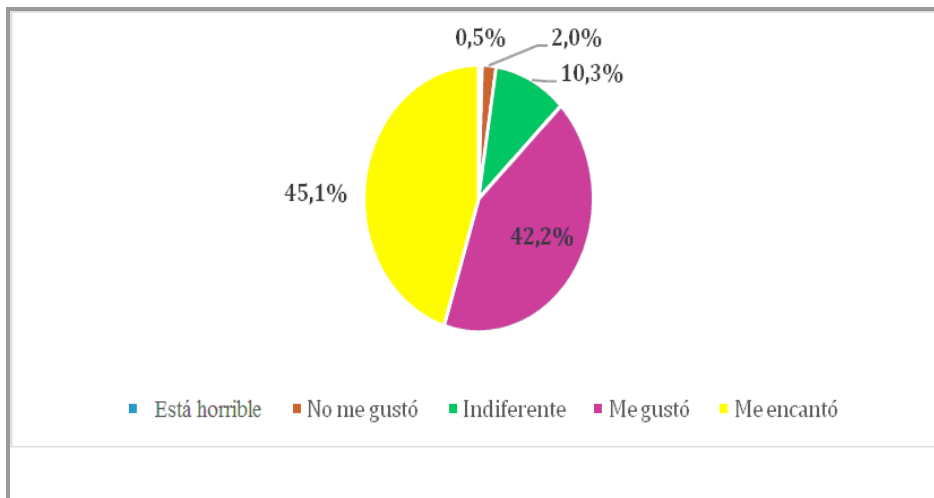
### 3. Prueba de aceptabilidad

**Gráfica No. 2.** Aceptabilidad del atributo de color en la gomita manzana-pera.



Al evaluar el color de la gomita manzana-pera, se obtuvo que el 48.5% de los panelistas marcó “Me gustó”, el 42.6% marcó “Me encantó”, el 4.9% marcó “Indiferente”, el 3.4% marcó “No me gustó” y el 0.5% marcó “Está horrible”. Lo que significa que el color de la gomita sí es aceptado por los niños ya que el 91.1% (la suma del porcentaje de me gustó y me encantó) se encuentra en las categorías de mayor aceptabilidad.

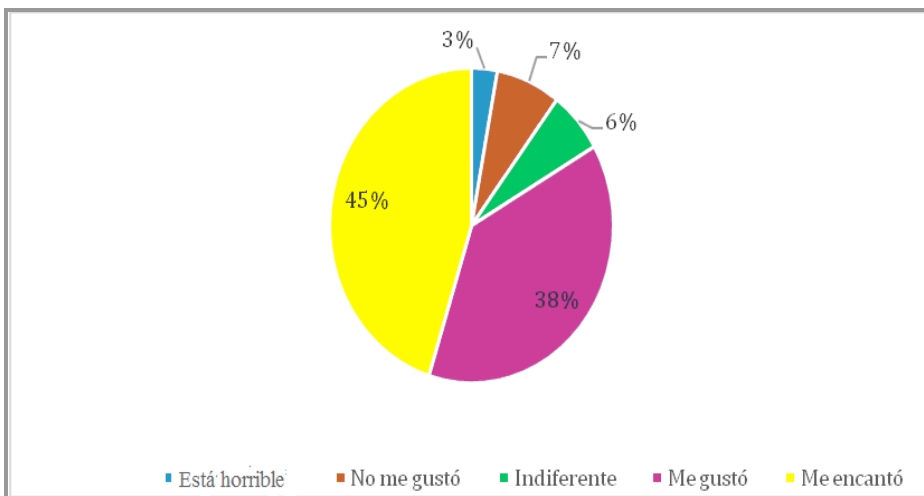
**Gráfica No. 3.** Aceptabilidad del atributo de color en la gomita de fresa



Al evaluar el color de la gomita fresa, se obtuvo que el 45.1% de los panelistas marcó “Me encantó”, el 42.2% marcó “Me gustó”, el 10.3% marcó “Indiferente”, el 2% marcó “No me gustó” y el

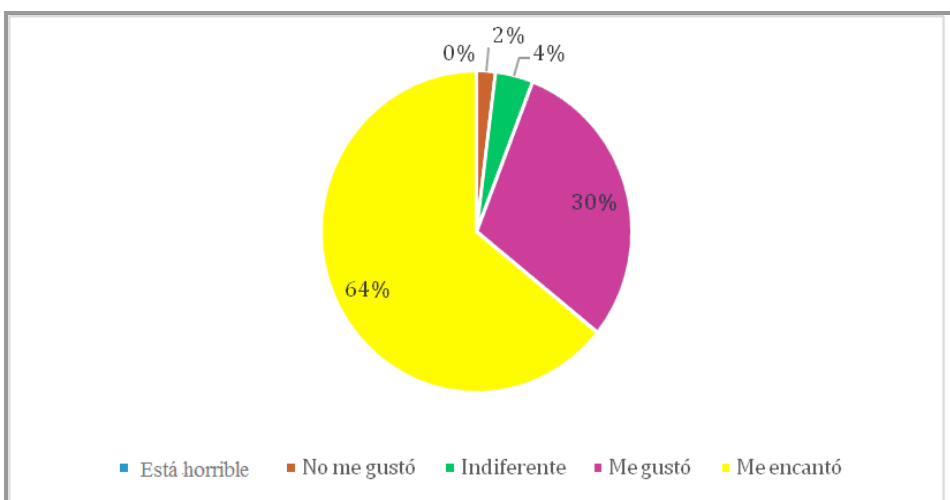
0.5% marcó “Está horrible”. Lo que significa que el color de la gomita sí es aceptado por los niños ya que el 87.2% (la suma del porcentaje de me gustó y me encantó) se encuentra en las categorías de mayor aceptabilidad.

**Gráfica No.4.** Aceptabilidad del atributo de olor en la gomita manzana-pera



Al evaluar el olor de la gomita manzana-pera, se obtuvo que el 45% de los panelistas marcó “Me encantó”, el 38% marcó “Me gustó”, el 7% marcó “No me gustó”, el 6% marcó “Indiferente” y el 3% marcó “Está horrible”. Lo que significa que el olor de la gomita sí es aceptado por los niños ya que el 83% (la suma del porcentaje de me gustó y me encantó) se encuentra en las categorías de mayor aceptabilidad.

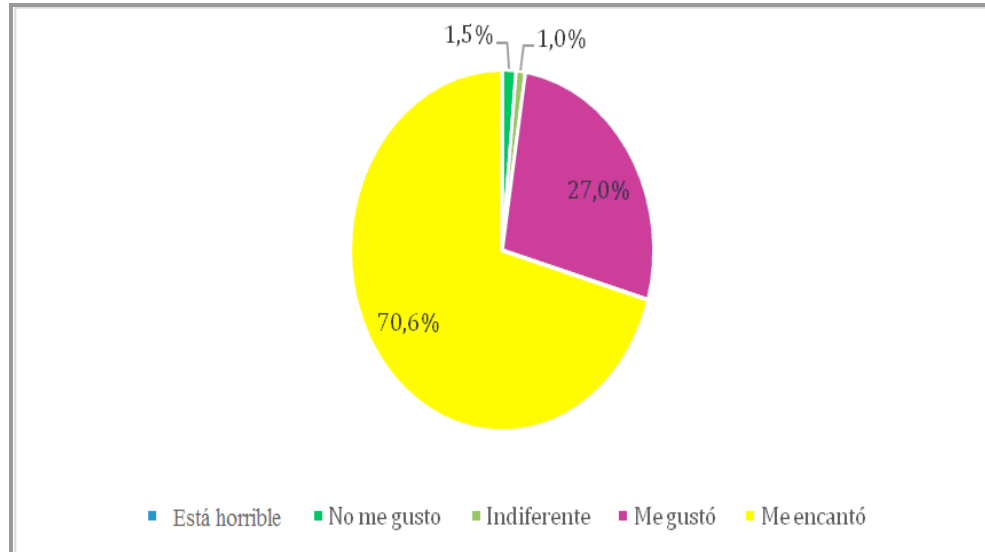
**Gráfica No.5.** Aceptabilidad del atributo de olor en la gomita de fresa.



Al evaluar el olor de la gomita de fresa, se obtuvo que el 64% de los panelistas marcó “Me encantó”, el 30% marcó “Me gustó”, el 4% marcó “Indiferente” y el 2% marcó “No me gustó”. Lo que

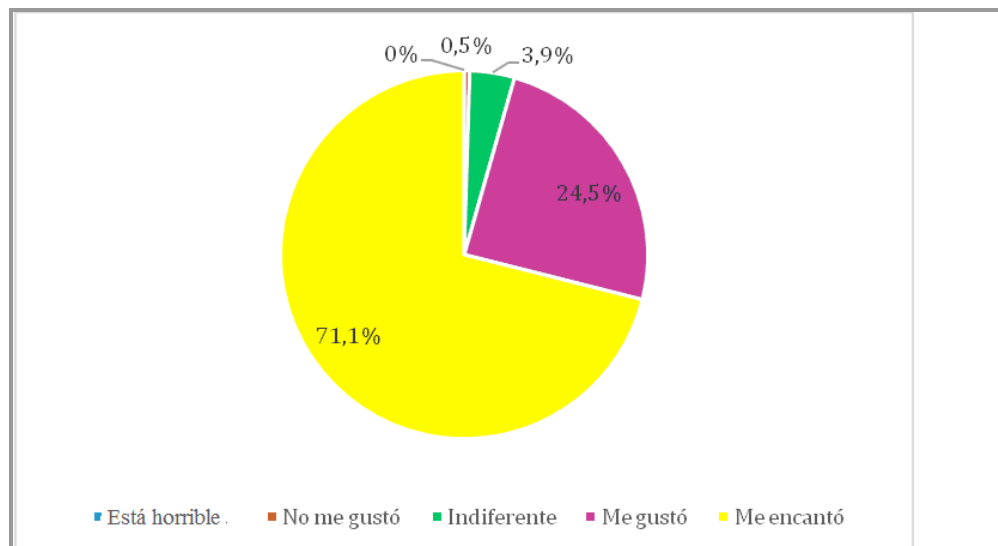
significa que el color de la gomita sí es aceptado por los niños ya que el 94% (la suma del porcentaje de me gustó y me encantó) se encuentra en las categorías de mayor aceptabilidad.

**Gráfica No. 6.** Aceptabilidad del atributo de sabor en la gomita manzana-pera



Al evaluar el sabor de la gomita manzana-pera, se obtuvo que el 70.6% de los panelistas marcó “Me encantó”, el 27% marcó “Me gustó”, el 1.5% marcó “No me gustó” y el 1% marcó “Indiferente”. Lo que significa que el sabor de la gomita sí es aceptado por los niños ya que el 97.6% (la suma del porcentaje de me gustó y me encantó) encuentra en las categorías de mayor aceptabilidad.

**Gráfica No.7.** Aceptabilidad del atributo de sabor en la gomita de fresa.



Al evaluar el sabor de la gomita de fresa, se obtuvo que el 71.1% de los panelistas marcó “Me encantó”, el 24.5% marcó “Me gustó”, el 3.9% marcó “Indiferente” y el 0.5% marcó “No me gustó”. Lo

que significa que el sabor de la gomita sí es aceptado por los niños ya que el 95.6% (la suma del porcentaje de me gustó y me encantó) se encuentra en las categorías de mayor aceptabilidad.

Al realizar la prueba de aceptabilidad a los 204 niños de siete a doce años se determinó que para ambas gomitas, sabor manzana-pera y fresa, se obtuvo una alta aceptabilidad. Ya que para la gomita de manzana-pera en atributos de color el 91.1% de la población estudiada escogió las dos categorías de mayor aceptabilidad (me gustó y me encantó), en atributos de olor el 83% escogió las dos categorías antes mencionadas y en atributos de sabor el 97.6% escogió las dos categorías de mayor aceptabilidad. Para la gomita de fresa en atributos de color el 87.2% escogió las dos categorías de mayor aceptabilidad, en atributos de olor el 94% escogió estas dos categorías y en atributos de sabor el 95.6% escogió las dos categorías antes mencionadas.

Sin embargo se debe realizar una prueba estadística para determinar cómo se comportará el segmento del mercado en forma global, es decir por toda la población guatemalteca de niños de siete a doce años. Por lo que se realizó la prueba de signos-rangos de Wilcoxon. Esta prueba se realizó debido a que los resultados de la prueba de aceptabilidad no se comporta en una distribución normal, por tener una significancia menor a 0.05. El Cuadro No. 29 muestra que en atributos de color y sabor se tiene una significancia de 0.855 y 0.831 respectivamente, los cuales son mayores a 0.05, por lo que se puede asumir que ambos sabores poseen la misma aceptabilidad en atributos de color y sabor. En atributos de olor se tiene una significancia menor a 0.05, lo que indica que no se tiene la misma aceptabilidad. Al observar el Cuadro No. 30 se puede concluir que la gomita de fresa tiene un ranking mayor en atributos de olor a la gomita manzana-pera ( $74 > 23$ ), por lo que indica que la gomita de fresa tuvo mayor aceptabilidad en atributos de olor.

Esta prueba estadística se realizó debido a que son muestras relacionadas y también porque los resultados no se comportaron con una distribución normal ya que la prueba Kolmogorov-Smirnov mostró una significancia menor a 0.05, lo cual significa que se debe utilizar una prueba no paramétrica, por lo que se utilizó la prueba de signos-rangos de Wilcoxon.

**Cuadro No. 49.** Significancia de los resultados de la prueba de aceptabilidad por los signos-rangos Wilcoxon

<b>Atributos</b>	Color: Manzana-pera y fresa	Olor: Manzana-pera y fresa	Sabor: Manzana-pera y fresa
<b>Significancia de 2 colas</b>	0.855	0.000	0.831

**Cuadro No. 50.** Resultados de la prueba de aceptabilidad por los signos-rangos Wilcoxon

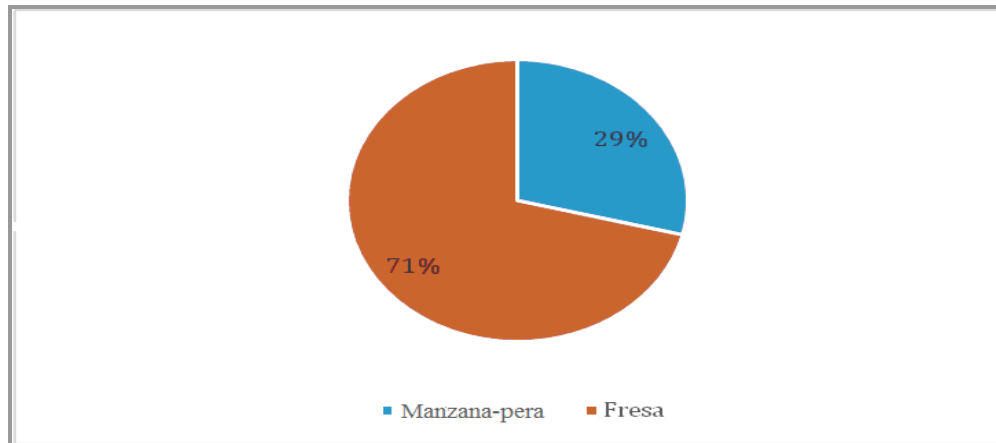
<b>Atributos</b>	<b>Gomita sabor</b>	<b>Ranking (Rangos)</b>
Color: Manzana-pera y fresa	Manzana-pera	45
	Fresa	47
Olor: Manzana-pera y fresa	Manzana-pera	23
	Fresa	74
Sabor: Manzana-pera y fresa	Manzana-pera	30
	Fresa	28

Es importante mencionar que al realizar la prueba a los respectivos niños, ellos se emocionaron al momento de conocer que iban a evaluar las gomitas. Los que mostraron mayor interés fueron los niños de 7 a 9 años ya que hacían preguntas acerca del producto, al analizar las características de las gomitas expresaban en voz alta lo que percibían, en cambio los niños de 10 a 12 años solamente lo expresaban con gestos. A ciertos niños al terminar de hacer la prueba se les preguntó: ¿Si tu mamá comprara las gomitas, ¿te lo comerías? A lo cual respondieron que sí, lo cual también demuestra que el producto sí es aceptado por el mercado objetivo. Algo que es importante mencionar es que cuando se trabaje con niños en pruebas sensoriales, se debe tener actitudes y una comunicación verbal que ayude a que los niños participen de una mejor manera y que entiendan que se les está pidiendo, por estas razones es que se realizaron grupos pequeños y que cada grupo estuviera a cargo de una personas para que los niños tuvieran más concentración, para que entendieran mejor, para aclarar mejor las dudas. Y una cuestión muy importante que es importante resaltar es que los grupos deben estar conformados por niños de la misma edad para que se sientan en confianza y desde un principio se les mencionó que no existían respuestas malas, que no debían copiarse ya que cada uno pensaba diferente; lo cual ayudó ya que cada niño contestó con su punto de vista.

Al momento de realizar la prueba se iba revisando de manera discreta que los niños lo estuvieran realizando correctamente para tener resultados confiables. Las tarjetas lúdicas ayudaron a que los niños se familiarizaran de una mejor manera con las caritas faciales de la escala hedónica ya que al principio cuando se les explicó que significaba cada carita, ellos lo comprendieron, realizaban ciertas preguntas y al momento de realizar la prueba no tuvieron problemas en contestarlo.

#### 4. Prueba de preferencia

**Gráfica No. 8.** Preferencia de las gomitas evaluadas por los panelistas



La prueba de preferencia determinó que el 71% prefieren la gomita de fresa, como se puede observar en la Gráfica No. 8 y solamente el 29% prefieren la gomita manzana-pera. Y asimismo se puede observar en el Cuadro No. 31 que por medio de la prueba de distribución Z, se determinó estadísticamente que si es significativa la preferencia de la muestra de fresa ya que el  $Z_0 > Z_{\text{critico}}$ , ( $6.02 > 1.96$ ). Esta prueba de distribución Z es importante ya que nos indica si la preferencia por la gomita de fresa se comportará de la misma manera por la población de siete y doce años en Guatemala.

**Cuadro No. 51.** Resultados de la prueba de distribución Z.

Cantidad de panelistas que escogieron la gomita de fresa	P	N	Z <sub>0</sub>	Z <sub>critico</sub>	Comparación	
					Z <sub>0</sub>	Z <sub>critico</sub>
145	0.5	204	6.02	1.96	6.02	> 1.96

#### 5. Aceptabilidad del diseño empaques

**Ilustración No. 8.** Prototipo para el diseño del empaque para los productos elaborados.



**Explicación Ilustración No.8:** Este es el diseño elaborado del empaque de los productos formulados, que se obtuvo por medio de los resultados de las entrevistas (ver Anexo 26)

Como se puede observar en la gráfica No. 44 (ver Anexo 19), la mayoría de los niños entrevistados eligió el empaque 6A y 6b (los cuales tienen un diseño semejante solo cambia los colores), el cual corresponde al 31% de la población. Lo cual significa que el diseño de estos empaques son los más aceptados para los niños de siete a doce años. Es importante mencionar que los empaques 6A y 6B los seleccionó tanto el sector masculino como el femenino y ambos sectores mencionaron que el diseño y los colores combinados de este empaque era lo que más le habían llamado la atención, por lo tanto se realizó un prototipo semejante para el empaque del producto elaborado, con colores combinados y con diseño de líneas. Los colores del prototipo realizado se basaron en los colores que más les llamó la atención a los niños, que fueron: el amarillo, azul y verde, como se puede observar en la Gráfica No. 45 (Anexo 19). Asimismo también se basó en los colores que les gustaría a los niños que tuviera los empaques 6A y 6B ya que como se puede observar en las Gráficas No. 46 y No.47 (Anexo 19), ellos buscan que tengan color azul y café.

Los dibujos elegidos para el diseño del empaque para el producto elaborado fueron: el león con un 23%, el tigre con un 21%, el cocodrilo con un 19% y la jirafa también con un 19%, ya que estos fueron los que tuvieron mayor aceptabilidad, como se puede observar en la gráfica No.48 (Anexo 19). Además no se tiene una gran diferencia en la selección de cada uno de éstos dibujos, por lo que se escogieron estos dibujos para el empaque. Asimismo se puede observar en el Cuadro No. 84 (Anexo 19), que el león y el tigre lo seleccionaron tanto el sector femenino como masculino, la jirafa solamente el sector femenino y el cocodrilo el sector masculino, por lo tanto al crear empaques con cada uno de estos dibujos, se tiene un conocimiento a que sectores (masculino y femenino) va dirigido. Aparte se realizó el prototipo del diseño del empaque con los dibujos seleccionados ya que el 96% mencionó que si les gustaría el empaque con el respectivo dibujo.

En esta prueba al igual que en la prueba de aceptabilidad y preferencia se trabajó con grupos pequeños de la misma edad para que los niños pudieran expresarse de una mejor manera, se tuviera el mismo nivel de comunicación, se sintieran en confianza para poder brindar las respuestas de la mejor manera posible. Para esta prueba se trabajó con niños que habían realizado la prueba de aceptabilidad y preferencia para que ellos tuvieran claridad de que queríamos evaluar y porqué lo queríamos hacer. Una tendencia que se vio bastante marcada es que las niñas les gustaría que un empaque tuviera color rosado y morado, en cambio los niños buscan que tengan un color azul, celeste, verde o café. Es importante mencionar que los niños más grandes, 10 a 12 años, daban respuestas más detalladas y más específicas, esto contribuyó de una mejor manera en el diseño del empaque.

Se hizo un análisis proteico en ratas de laboratorio para determinar cómo contribuía esta al crecimiento y desarrollo durante un mes de evaluación. Presentándose a continuación los resultados obtenidos de dicho experimento.

## 6. Determinación proteica en ratas de laboratorio

**Cuadro No. 52.** Cantidad de dieta proporcionada a las ratas en dos semanas de estudio.

<b>Grupo</b>	<b>Cantidad de dieta colocada la primera semana</b>	<b>Cantidad de dieta promedio dejada por el grupo</b>	<b>Cantidad de dieta colocada la segunda semana</b>	<b>Cantidad de dieta promedio dejada por el grupo</b>
1	120g	40.5	140g	24.8
2	100g	70.9	100g	65.1
3	100g	70.4	100g	70.0
4	100g	77.0	100g	68.2
5	100g	63.2	100g	56.4

El cuadro anterior denota que la cantidad de comida colocada para cada grupo varió de acuerdo a la cantidad de alimento consumido. Se puede observar que el grupo control dejó menor cantidad de alimento, en ambas semanas, por lo que recibió más alimento.

**Cuadro No. 53.** Test de normalidad.

Dieta		Prueba Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Grados de libertad	Significancia
Peso	1	.925	8	.472
	2	.964	8	.845
	3	.993	8	.999
	4	.915	8	.394
	5	.981	8	.966
Longitud	1	.912	8	.368
	2	.889	8	.227
	3	.921	8	.437
	4	.960	8	.806
	5	.936	8	.576

En el cuadro anterior se puede observar el estadístico Shapiro Wilk, con 8 grados de libertad, a través de éste se puede determinar la normalidad de los datos evaluados para el peso de las ratas. Debido que todas las significancias son mayores a la probabilidad 0.05, entonces es posible establecer que los datos se comportan de manera normal.

A continuación se presentará un cuadro con el test de homogeneidad de las varianzas.

**Cuadro No. 54.** Test de homogeneidad de las varianzas.

Estadístico	Grados de libertad	Grados de libertad	Significancia
Levene			
8.617	4	35	.000

El cuadro anterior muestra el Estadístico de Leven, el cual sirve para determinar si existe una homogeneidad en las varianzas, de los incrementos de pesos de las ratas de los diferentes tipos de dieta. Debido a que la significancia es menor que la probabilidad 0.05 se dice que las varianzas no son iguales. Por lo tanto se debe utilizar otras pruebas denominadas robustas o sólidas, para determinar si las medias de los pesos de las ratas de las distintas dietas son iguales.

A continuación se presenta un cuadro con los resultados de las pruebas robustas.

**Cuadro No. 55.** Test de pruebas sólidas para determinación de igualdad de medidas.

Peso				
	Estadístico de Welch	Grados de libertad	Grados de libertad	Significancia
Estadístico Welch	29.510	4	16.788	0.000

En el cuadro anterior se puede observar el estadístico de Welch. Se puede visualizar que la probabilidad es menor a 0.05, por lo que se dice que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo tanto si existe diferencia significativa entre el incremento de promedio de peso de las cinco dietas, respecto al día 22/09/2014.

**Cuadro No. 56.** Prueba de comparación múltiple de medias de peso.

	(I) Dieta	(J) Dieta	Diferencia media (I-J)	Error estándar	Significancia
Games-Howell	1	2	31.688*	2.788	.000
		3	30.016*	2.859	.000
		4	30.266*	2.782	.000
		5	29.422*	2.896	.000
	2	1	-31.688*	2.788	.000
		3	-1.672	.883	.374
		4	-1.422	.591	.171
		5	-2.266	.997	.230
	3	1	-30.016*	2.859	.000
		2	1.672	.883	.374
		4	.250	.864	.998
		5	-.594	1.180	.986
	4	1	-30.266*	2.782	.000
		2	1.422	.591	.171
		3	-.250	.864	.998
		5	-.844	.981	.905
	5	1	-29.422*	2.896	.000
		2	2.266	.997	.230
		3	.594	1.180	.986
		4	.844	.981	.905

La prueba de Games Howell permite determinar diferencias entre grupos. Una probabilidad mayor a 0.05 indica los grupos que poseen medias similares entre sí. Por lo tanto el cuadro anterior indica que las ratas que recibieron las dietas 2, 3 4 y 5 presentaron un incremento de peso igual. Por el contrario el grupo control presentó un incremento de peso distinto.

A continuación se presentará una serie de cuadros estadísticos, sobre la longitud de los distintos grupos bajo experimentación.

**Cuadro No.57.** Test de homogeneidad de las varianzas para la longitud.

Estadístico de Levene	Grados de libertad	Grados de libertad	Sig.
.480	4	35	.750

El cuadro anterior muestra que las varianzas son homogéneas o iguales, ya que la probabilidad es mayor que 0.05. Se utilizó la prueba F para determinar si las medias entre las longitudes las ratas de las distintas dietas eran iguales.

**Cuadro No. 58.** Test ANOVA para determinación de la diferencia entre medias.

ANOVA					
Longitud					
	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Mean Square	F	Significancia
Between Groups	38.341	4	9.585	41.979	.000
Within Groups	7.992	35	.228		
Total	46.333	39			

El cuadro anterior presenta un análisis ANOVA para la determinación de la diferencia entre medias. Debido a que la significancia es menor a 0.05 se puede decir que sí existe una diferencia significativa entre el incremento de longitud entre las ratas expuestas a las cinco dietas.

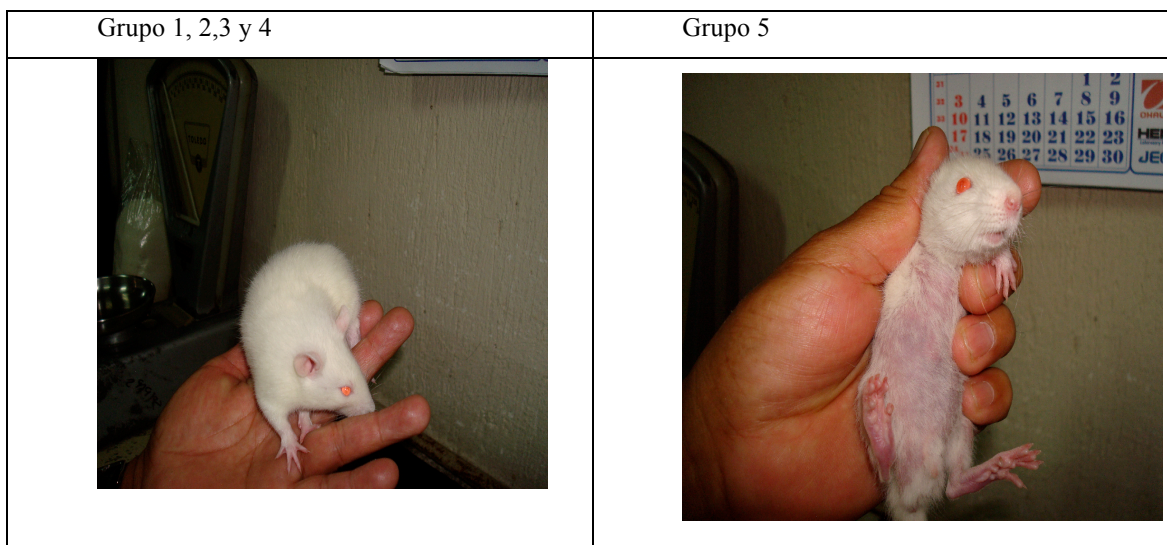
A continuación se presenta un cuadro con un análisis de comparación múltiple para la determinación de las medias distintas.

**Cuadro No. 59.** Análisis de comparación múltiple para longitud de ratas.

	(I) Dieta	(J) Dieta	Diferencia media (I-J)	Error estándar	Significancia
Tukey HSD	1	2	2.422*	.239	.000
		3	2.569*	.239	.000
		4	2.372*	.239	.000
		5	2.405*	.239	.000
	2	1	-2.422*	.239	.000
		3	.147	.239	.972
		4	-.050	.239	1.000
		5	-.017	.239	1.000
	3	1	-2.569*	.239	.000
		2	-.147	.239	.972
		4	-.197	.239	.921
		5	-.164	.239	.958
	4	1	-2.372*	.239	.000
		2	.050	.239	1.000
		3	.197	.239	.921
		5	.033	.239	1.000
	5	1	-2.405*	.239	.000
		2	.017	.239	1.000
		3	.164	.239	.958
		4	-.033	.239	1.000

En el cuadro anterior se presenta un análisis de comparación múltiple, a través de la herramienta Tukey, para la longitud de las ratas de los cinco grupos. Significancias mayores a 0.05 indican que el incremento promedio de longitud fue igual en los cinco grupos. Por lo tanto debido a que los grupos 2, 3, 4 y 5 presentaron una probabilidad mayor a 0.05 se puede decir que su incremento promedio de longitud fue igual. Las ratas con la dieta 1 presentaron un incremento de peso diferente, debido a que su probabilidad fue menor a 0.05.

A continuación se presenta un cuadro comparativo y cualitativo que demuestra la pérdida de cabello ente grupos.

**Cuadro No. 60.** Cuadro comparativo de la pérdida de cabello entre grupos.

En el cuadro anterior se puede observar que los grupos 1, 2, 3 y 4 no perdieron cabello, en contraste el grupo 5 que sí lo perdió parcialmente. Es importante recalcar que el grupo 5 era el que no estaba recibiendo ninguna clase de vitaminas o minerales, por lo que se esperaba tal respuesta. Las fotografías se han colocado para resaltar que los grupos que recibieron el aporte de micronutrientes de las gomitas no perdieron el cabello, por lo que éstas si contribuyeron a su salud.

**Cuadro No. 61.** Cuantificación de ingredientes para distintas cantidades de dieta en las gomitas.

Ingredientes	Preparación para 1 Kg	Preparación ½ Kg	Preparación 1 ½ kg
Jugo	155g	----	-----
Grenetina	62.5	31.25	93.75g
Gelatina	50 g	25	75g
Azúcar	425	212.5 g	637.5g
Glucosa	225	112.5	337.5g
Proteína	75 g	37.5	112.5g
Sabor	3.75 g	1.875	5.625g
Cítrico	1.5	0.75	2.25g
Málico	3,125	1.5625	4.6875g
Vitamina C	0.32	0.16	0.48g
Ácido fólico	0.001825 g	0.0009125	0.0027375g
Hierro	0.2017	0.10085	0.30255g
Zinc	0.084	0.042	0.126g
Vitamina B12	0.00001185	5.925X10-6	-----

**Cuadro No. 62.** Cantidad de fórmula anti estrés y micronutrientes colocados en las distintas dietas.

<b>Fórmula anti – stress (vitaminas)</b>	<b>Sobre de 100 gramos de producto</b>	<b>Cantidad aportada en el estudio en 30 gramos (Grupo 2 y 3)</b>	<b>Datos convertidos a gramos. (Cantidad aportada en el estudio en 30 gramos (Grupo 2 y 3)</b>	<b>Cantidad aportada en el estudio en 35 gramos (Grupo 1)</b>	<b>Datos convertidos a gramos (Grupo 1)</b>
Oxitetraciclina clorhidrato	200 mg	-----	-----	-----	-----
Vitamina A	20,000UI	-----	-----	-----	-----
Colecalciferol(D)	8,000 UI	-----	-----	-----	-----
Alpha Tocoferol Acetato	12 mg	-----	-----	-----	-----
Menadiona Bisulfito Sódico	20 mg	-----	-----	-----	-----
Riboflavina	20 mg	-----	-----	-----	-----
Cianocobalamina (B12)	40mcg	12mcg	0.000012	14mcg	0.000014g
Ácido nicotínico	80mg	-----	-----	-----	-----
Ácido fólico	8mg	2.4 mg	0.0024g	2.8mg	0.0028g
Ácido Ascórbico (C)	40mg	12 mg	0.012g	14mg	0.014g
Calcio Pantotenato	60mg	-----	-----	-----	-----
Lisina	10mg	-----	-----	-----	-----
Metionina	4mg	-----	-----	-----	-----
Ferroso Sulfato	3mg	0.9 mg	0.0009	1.05mg	0.00105g
Manganeso Sulfato	1mg	-----	-----	-----	-----
Zinc Sulfato	200 mg	60 mg	0.06g	70mg	0.07g

**Cuadro No. 63.** Cantidad de minerales colocados en las distintas dietas.

<b>Pecutrin (Minerales)</b>	<b>Cantidad aportada por cada Kg de Pecutrin</b>	<b>Cantidad aportada en el estudio (Dieta 2 y 3) 120 gramos de Pecutrin</b>	<b>Todos los datos convertidos a gramos</b>	<b>Cantidad aportada en el estudio (Dieta 1) 140 gramos de Pecutrin</b>	<b>Todos los datos convertidos a gramos</b>
Cloruro de Sodio	6000 mg/kg	-----	-----	-----	-----
Óxido de Magnesio	55600 mg/kg	-----	-----	-----	-----
Sulfato de Zinc	22,230 mg/kg	2,667.6 mg	2.6676 g	3,112.20mg	3.1122g
Carbonato de Hierro	1250 mg/kg	150mg	0.15g	175mg	0.175g
Sulfato de Manganeso	4838 mg/kg	-----	-----	-----	-----
Sulfato de Cobre	8000mg/kg	-----	-----	-----	-----
Sulfato de Cobalto	143mg/kg	-----	-----	-----	-----
Yoduro Potasio	221mg/Kg	-----	-----	-----	-----
Selenio de Sodio	7000mg/kg	-----	-----	-----	-----
Vitamina A	300,000UI/kg	-----	-----	-----	-----
Vitamina D3	50,000	-----	-----	-----	-----
Vitamina E	100UI/Kg	-----	-----	-----	-----
Biotina	10,000mg/kg	-----	-----	-----	-----
Laca Eritrocina	500 mg/kg	-----	-----	-----	-----
Fosfato Dicalcico	CSP 1Kg	-----	-----	-----	-----

**Cuadro No. 64.** Comparación del aporte total de micronutrientes colocados en las cinco dietas.

<b>Micronutriente</b>	<b>Dieta 1 (35 g. V+ 140 g. M)</b>	<b>Dieta 2 (30V+ 120M) gomita sin vitaminas</b>	<b>Dieta 3 (30V+120M) gomita vitaminada</b>	<b>Dieta 4 gomita vitaminada (1500 gramos)</b>	<b>Dieta 5 (No tiene) gomita</b>
Hierro	0.17605g	0.1509g	0.45345g	0.30255g	No aporta
Zinc	3.1822g	2.7276g	2.8536g	0.126g	No aporta
Ácido fólico	0.0028g	0.0024g	0.0051375g	0.0027375g	No aporta
B12	0.000014g	0.000012g			No aporta
Vitamina C	0.014 g	0.012g	0.492g	0.48g	No aporta

A continuación se presentará un cuadro con una propuesta para la elaboración de dietas, cuyo objetivo es evaluar micronutrientes en un alimento dulce.

**Cuadro No. 65.** Propuesta de dieta para evaluar micronutrientes.

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta basal</b>	<b>Primera opción grupo experimental</b>	<b>Segunda opción de distribución para el grupo experimental</b>
Caseína	10%	10%	10%
Alimento fortificado	No lleva	10%	10% extra de alimento fortificado.
Mezcla de vitaminas	1%	1%	1%
Mezcla de minerales	4%	4%	4%
Aceite	10%	10%	10%
Almidón	70%	60%	70%
Celulosa no nutritiva	5%	5%	5%
Total	100g	100g	100g
Total de % de proteína en la dieta	10%	10%	10%

En el cuadro anterior se realizó una propuesta de dieta para evaluar micronutrientes en futuros bioensayos. Esta distribución se tomó del libro <<Evaluación nutricional de alimentos proteínicos>>. En este se establecen los requerimientos basales de las ratas para permitir su desarrollo. La mezcla de vitaminas

que debe estar contenida en un gramo mezcla vitamínica es la siguiente: vitamina A: 1000 UI; vitamina D: 100 UI; Vitamina E: 10UI, vitamina K (menadiona): 0.5 mg; riboflavina: 1.0 mg; piridoxina: 0.4mg, ácido pantoténico: 4.0 mg; niacina: 4.0mg; colina: 200mg; inositol: 25mg; ácido para aminobenzoico: 10mg; vitamina B12: 2µg; biotina: 0.02mg; ácido: 0.2mg. Para el presente bioensayo se utilizó una mezcla estándar de vitaminas y minerales de marcas reconocidas. Estas mezclas vitamínicas también pueden ser utilizadas, ya que los estudios demuestran que estas mezclas se hacen con base en los requerimientos de ratas. Para los grupos experimentales se debe colocar la misma proporción que se utilizará en el ser humano, sin embargo se puede ajustar al peso de la rata, lo que hace más difícil la elaboración de la dieta.

Se obtuvo el objetivo general del estudio, ya que éste era: formular una mezcla de vitaminas (C, B12, ácido fólico) y minerales (zinc, hierro) para fortificar una gomita de fruta elaborada en Guatemala. Éste se consolidó a través de la determinación de la cantidad de micronutrientes que estarían presentes en la gomita, lo cual dio inicio a los pasos y módulos subsecuentes del megaproyecto. Esta determinación de micronutrientes se realizó en base al Libro de Recomendaciones Dietéticas Diarias del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. El porcentaje mínimo de fortificación se determinó en base al RCTA de alimentos.

El objetivo específico del megaproyecto fue: desarrollar un bioensayo en ratas Whistar que permitiera observar el efecto de una gomita de frutas, fortificada con vitaminas (C, B12, ácido fólico) y minerales (zinc, hierro), sobre el peso y longitud. No se alcanzó el objetivo a través de la determinación de peso y longitud, ya que las ratas presentaron un fuerte rechazo hacia el alimento, lo cual afectó el resultado. Este rechazo se produjo debido a que la cantidad de azúcar de las dietas era alta, lo que correspondía a un 50% de la misma. Se puede observar la cantidad de alimento aportado y la ingesta de cada grupo en el cuadro 1 de la sección resultados. Para futuros investigadores es importante mencionar que la cantidad de dieta aportada en condiciones normales debe ser incrementada cada semana, con incrementos de 20 gramos semanales, iniciando con 100 o 120 gramos de dieta, ello porque las ratas comen más por su crecimiento. De lo contrario se deben hacer las anotaciones pertinentes. En estudios de este tipo, se debe readecuar la dieta, para que el alimento fortificado y con contenido de azúcar, únicamente aporte un porcentaje mínimo de la dieta basal, el resto se debe completar con otros nutrientes, tales como: almidón, aceite, una fuente proteica, vitaminas y minerales. Se puede observar un ejemplo de la distribución de la dieta en el cuadro 14 de la sección de resultados.

Otra opción viable es la de elaborar las dietas sin azúcar, únicamente con los micronutrientes, ya que el objetivo primordial es el de visualizar la biodisponibilidad y el efecto físico ocurrido por la adición de los mismos, no tanto la función o efecto del azúcar.

En los resultados de peso, según el estadístico de Welch, se determinó que si existe una diferencia significativa entre el incremento promedio de peso de las cinco dietas respecto al día 22/09/2014, que fue el

día en el que se reinició el estudio. Esto se determinó, ya que la probabilidad era menor a 0.05, lo cual significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Se puede observar estos resultados en el cuadro 4 de la sección de resultados. Para determinar las medias diferentes se utilizó la prueba de Games Howell. Una probabilidad mayor a 0.05 indica los grupos que poseen medias similares entre sí. El Cuadro No. 5 de la sección de resultados indica que las ratas que recibieron las dietas 2, 3 4 y 5 presentaron un incremento de peso igual. Por el contrario, el grupo control presentó un incremento de peso distinto. De acuerdo a las observaciones cualitativas que se realizó se puede relacionar un incremento de peso más significativo en este grupo, a una mayor ingesta y a una mejor fuente proteica.

El Cuadro No. 58 de la sección resultados presenta un análisis ANOVA para la determinación de la diferencia entre medias de la longitud. Debido a que la significancia es menor a 0.05 si existe una diferencia significativa entre el incremento de longitud entre las ratas expuestas a las cinco dietas. En el Cuadro No. 8 se presenta un análisis de comparación múltiple, a través de la herramienta Tukey, para la longitud de las ratas de los cinco grupos. Significancias mayores a 0.05 indican que el incremento promedio de longitud fue igual en los cinco grupos. Por lo tanto debido a que los grupos 2, 3, 4 y 5 presentaron una probabilidad mayor a 0.05 se puede decir que su incremento promedio de longitud fue igual. Las ratas con la dieta 1 presentaron un incremento de peso diferente, debido a que su probabilidad fue menor a 0.05. De acuerdo a la observación cualitativa se puede determinar que el grupo 1 presentó un mayor incremento de peso. Las razones también están relacionadas con una mayor ingesta y una mejor fuente proteica.

Es importante recalcar que el método de la toma de peso y longitud no es el más directo para medir el efecto de los micronutrientes, ya que éstos pueden variar de acuerdo a diversos factores, siendo uno de los más importantes el aporte proteico. Por esta razón es importante dejar el aporte proteico igual en todas las dietas. En el presente estudio se presentó una fuente de error, ya que se calculó un porcentaje de proteína al 8%, tomando en cuenta la proteína proveniente de la gelatina y la de un aislado de soya. Para futuros estudios es importante recalcar que la fuente proteica de la gelatina no debe ser tomada en cuenta, ya que ésta es deficiente en triptófano lo que la convierte en una mala fuente proteica.

El resultado observable es una reducción de peso. En el estudio se presentó esta pérdida de peso en la primera semana de experimentación, por ello se reinició el estudio y se modificó la fuente proteica con un concentrado lácteo al 85%. Además se reajustó la proteína al 10%. Con respecto al porcentaje proteico al 8% se debe mencionar, que aunque no es el óptimo, si es suficiente para mantener el peso de las ratas. Ello se hizo evidente en el grupo control, que tenía ese porcentaje proteico y que aumento de peso normalmente. La teoría establece que el porcentaje proteico óptimo debe ser de 10%, con ello se garantiza un mayor crecimiento. Debido a que el estudio no era de proteína fue importante dejar una dieta basal con un porcentaje de proteína similar en todos los grupos experimentales, ya que de lo contrario repercute en los resultados de peso o longitud. Antes y después de hacer las dietas es importante realizar las pruebas de Kjeldahl para la cuantificación proteica, ya que las dietas calculadas teóricamente no siempre son iguales a

la realidad. En el presente estudio se encontró diferencias entre los niveles de proteína calculados y los niveles reales, a través de la prueba de Kjeldahl. Se puede observar los resultados en el cuadro 6 de la sección de metodología. Aunque se produjo estas diferencias proteicas este no fue el factor determinante en el estudio, sino la ingesta reducida.

En otros estudios el peso y la longitud de micronutrientes si se han utilizado para medir los efectos de un alimento sobre el organismo de la rata, pero adicionales a pruebas sanguíneas. Sin embargo se propuso este método desde el inicio del estudio, ya que es más barato, accesible y menos invasivo para el espécimen. Uno de los métodos más directos para la determinación de los niveles de micronutrientes es: la toma de sangre. Esto se lleva a cabo, cortando la cola de la rata y extrayendo una porción de sangre. En algunos tipos de análisis la cantidad de sangre requerida es mínima, sin embargo en otros se requiere hasta 2 a 3 cc de sangre, lo que es sinónimo de desangrar a la rata. Todo esto no se puede realizar en un ambiente de tipo educativo, ya que lo deben realizar profesionales con las autorizaciones pertinentes. Por ello es importante proponer otros métodos para determinar la biodisponibilidad o utilización de los micronutrientes. En la actualidad han cobrado importancia los métodos microbiológicos, los cuales son más baratos y menos agresivos. A continuación se presentará una breve descripción de los mismos, tomando como base libros y estudios.

Los métodos microbiológicos están basados en la determinación del crecimiento, que se produce por un nutriente específico sobre determinadas bacterias. Aunque el método es más barato posee sus restricciones, ya que la mayoría de estudios que existen al respecto se han utilizado para determinaciones de sustancias proteicas. Las bacterias más utilizadas para determinación proteica han sido *Tetrahymena pyriformis* y *Streptococcus zymogenes*.

Existen métodos para la valoración de ciertas vitaminas y minerales en muestras de suero sanguíneo fresco liofilizado. La técnica se ha utilizado ampliamente por la determinación de vitamina B<sub>12</sub> y folato. Ambos pueden estar estables en una muestra por más de dos años, bajo una temperatura de 4°C. La valoración del folato se realiza con *Lactobacillus casei*. El problema con la técnica es que es muy compleja y requiere un permanente control, así como el uso de preparaciones de referencia para incrementar la exactitud. Las valoraciones de vitamina B12 en suero se realizan con la bacteria *Euglena gracilis* o con *Lactobacillus leishmannii*. La segunda bacteria es utilizada en los casos en que la concentración de vitamina B12 es muy baja. Los métodos son recomendables para realizar diagnósticos, pero no investigaciones más profundas. (OMS 1972).

Estos procedimientos requieren la determinación de turbidez y el uso de titulaciones. Éstos se basan en el hecho de que los microorganismos utilizados no son capaces de sintetizar los micronutrientes a ser determinados. Por lo tanto su crecimiento, únicamente depende de la presencia o adición en la muestra del nutriente a ser valorado. El crecimiento es medido por turbidez. Se realiza una cuantificación de la

concentración de los nutrientes a ser valorados, a través de una interpolación con curvas existentes (Schuep 2014).

En la determinación de la vitamina B12 las muestras deben contener desde 0.1µg de vitamina por gramo o mililitro de muestra para que sean determinadas por las bacterias. Se utilizan curvas estándares y medios sin la presencia del nutriente a ser determinado. El ensayo con vitamina B12 debe realizarse en ausencia de luz, debido a la fotosensibilidad de la vitamina. En este método la vitamina se extrae de la muestra con buffer, agua y cianuro de potasio durante 10 a 30 minutos y a una temperatura de 100°C. Se debe realizar un ajuste del pH a 6. Posteriormente se debe realizar diluciones de la muestra para obtener concentraciones de 2mg/ml. La bacteria a ser utilizada debe ser cultivada en un agar de micro ensayo. Se debe preparar e incubar un subcultivo a 37°C por 16 a 18 horas en un medio de fermentación con vitamina B12. Posteriormente se debe llenar tubos con 10 ml de medio y 25,50 y 100µl de solución estándar o extracto. El método establece que se deben dejar 6 blancos o tubos sin aditivo. Posteriormente se somete los tubos a un baño de vapor a 100°C por 10 minutos. Otra variación del método establece que los tubos pueden ser autoclaveados a 121°C por 5 minutos. Finalmente todos los tubos deben ser inoculados con 1 gota de inóculo e incubados a 37°C por 16 a 18 horas. Se realiza una medición de la turbidez a 580nm (Schuep 2014) y (Salazar 2007).

En la determinación de folato o ácido fólico, a través de microorganismos se debe realizar el siguiente procedimiento:

Extracción y deconjugación: en esta fase se realiza una mezcla de buffer fosfato a un pH de 6.1 y 1µg de ácido fólico. Posteriormente la misma se lleva a una autoclave que debe estar a 121°C por 5 minutos. Después se debe adicionar una solución de páncreas de pollo y se debe dejar todo a incubar a 37°C por 18 horas. Posteriormente se produce una desactivación de enzimas por proceso de ebullición en un lapso de 5 minutos. Una vez que se ha enfriado la solución debe ser diluida hasta una concentración al 2% con ácido ascórbico. Se estima que el contenido de ácido fólico del extracto debe estar entre 0.2-0.4ng/100µl (Schuep 2014).

En un medio especial para *Lactobacillus casei* se debe colocar el cultivo liofilizado de la bacteria en ensayo con ácido fólico. Esto se debe incubar a 37°C por 20 horas. Posteriormente se debe trasladar una gota del cultivo a un tubo con ácido fólico y 5.0 mililitros del medio de ensayo. Nuevamente se debe realizar un proceso de incubación a 37°C por 20 horas. Después se debe inocular 2 mililitros de este último cultivo en un medio de ensayo con 20mg de cloranfenicol. Los tubos se llenan con 4 mililitros de medio y se les adiciona 25,50 y 100µl de extracto o de solución estándar. Éstos se incuban a 42°C por 23 horas (Schuep 2014).

Finalmente el proceso de determinación de ácido fólico se realiza por turbidez. Esta debe ser medida a 660 nanómetros, a través de curvas estándar y corrección de blanco (Schuep 2014).

En el estudio de Patrick, *et al.* se realizó una determinación ácido fólico en suero, a través de la bacteria *Lactobacillus casei*. El objetivo de este estudio era determinar la dosis arriba de la cual el ácido fólico consumido diariamente aparece sin metabolizar en suero. En el mismo se reclutó a 53 participantes, divididos en cuatro grupos experimentales. Los primeros 14 voluntarios pertenecían a un rango de edad entre 18 y 42 años, a éstos se les dio una dieta diaria de pan (60g) y cereales fortificados (25g) listos para consumir. Estos 14 sujetos se dividieron en 7 parejas y recibieron: 90, 400, 800, 900, 1000, 1100 y 1200µg de ácido fólico en sus respectivas dietas fortificadas. El valor más bajo pertenecía a la mínima cantidad fortificada en los cereales comerciales. Se alcanzó los otros niveles de fortificación en el pan, a través de la adición de una solución de ácido fólico (10g/L) a dos rodajas de pan. La fortificación variaba entre 266 a 800µg. Se realizó el mismo proceso de fortificación en los cereales, aquí se adicionó entre 133 a 400µg de ácido fólico. Al culminar los cinco días experimentales se les tomó una muestra de sangre dos horas y media después del consumo de los alimentos fortificados (Patrick *et al* 1997).

El segundo grupo tenía un rango de edad entre 22 y 40 años. En este participaron seis voluntarios. A cada uno se le administró 50 mililitros de una solución salina isotónica con distintos niveles de ácido fólico incorporado, siendo estos: 200, 300 y 400µg. Cada vez que se administró un porcentaje distinto de fortificación se dejó dos semanas de diferencia. A este grupo también se le tomó pruebas de sangre en ayunas y después del consumo de la bebida. Posteriormente se repitió el estudio en 5 voluntarios entre 21 y 35 años. Para éstos el nivel de adición fue de 200µg (Patrick *et al* 1997).

Un tercer grupo de treinta adultos mayores entre 63 y 82 años recibió 2 rodajas de pan con niveles de fortificación entre 150 a 600 µg. Antes del consumo del pan cada grupo recibió por 18 días un suplemento de 400µg de ácido fólico. Al culminar los tres días experimentales se les realizó una extracción de sangre en ayunas y otra dos horas y media después del consumo del alimento fortificado (Patrick *et al* 1997).

Un último grupo de 16 voluntarios entre 63 y 80 años recibió diariamente, leche y cereal de desayuno con niveles de fortificación de 380µg. Al culminar el estudio se les tomó una muestra de sangre en ayunas para determinar la concentración de folato en glóbulos rojos. Posteriormente se le dio a cada participante una muestra de 200 ml de leche descremada fortificada con 200µg de ácido fólico. Se tomó una segunda muestras de sangre dos horas y media después del consumo de la bebida fortificada (Patrick *et al* 1997).

En los cuatro grupos las muestras se recolectaron antes y después de una suplementación con ácido fólico. Se coaguló las muestras de sangre y el suero restante se almacenó a -20°C. Los folatos totales se

determinaron con ensayo de *Lactobacillus casei*. La concentración del folato en los glóbulos rojos también fue determinada por las bacterias (Patrick *et al* 1997).

En el primer experimento los investigadores encontraron que todos los participantes repletaron sus reservas de folato. Esto se determinó a través del rango normal ( $>150\mu\text{g/L}$ ) de folato en glóbulos rojos. Se observó un incremento total del folato sérico postprandial. El ácido fólico sin metabolizar se midió en el suero postprandial de los sujetos a los que se dio desde  $800\mu\text{g}$  de folato al día. En el experimento dos, se encontró ácido fólico sin metabolizar en cuatro sujetos, cuando la cantidad de adición de ácido fólico fue de  $400\mu\text{g}$ . Se encontró en tres sujetos con un nivel de adición de  $300\mu\text{g}$  al día. En los cinco sujetos adicionales, cuyo nivel de adición de ácido fólico fue de  $200\mu\text{g}$  al día no se encontró folato sérico sin metabolizar. En el experimento tres se encontró una presencia de folato sérico sin metabolizar cuando el nivel de fortificación era superior a  $600\mu\text{g/dl}$ . El último experimento no demostró presencia de ácido fólico sin metabolizar en suero (Patrick *et al*, 1997).

El estudio es un ejemplo real que demuestra la viabilidad de utilizar microorganismos para la determinación de ácido fólico en suero, lo cual es a la vez una medida indirecta de determinar la biodisponibilidad del nutriente. La investigación utilizó el método descrito en el documento de Broin, *et al*. A continuación se proporcionará una breve descripción del método. El paso inicial es la preparación de las muestras. Este primer paso consiste en obtener lisados de folato de los glóbulos rojos, a través de una dilución de sangre completa con ácido ascórbico. Para evitar que la sangre se coagule se aplica EDTA. Esta preparación se incuba por 30 minutos a  $37^{\circ}\text{C}$ . Una vez que ha culminado el tiempo de incubación se almacena los lisados a  $-20^{\circ}\text{C}$  (Broin 1992).

El segundo paso consiste en la preparación del microorganismo a utilizar. El cultivo del microorganismo debe ser criopreservado a  $-70^{\circ}\text{C}$  en alícuotas de 1 mililitro. Posteriormente se debe sembrar el medio de ensayo reconstituido con la bacteria. Esto se realiza en un baño de agua a  $37^{\circ}\text{C}$ . El cultivo se debe revolver con un microagitador. La cantidad de cultivo colocado debe ser de  $200\mu\text{l}/100\text{ ml}$ . El medio es reconstituido con agua destilada, 5 a 7 g de caldo de ensayo para ácido fólico, cloranfenicol y ácido ascórbico (Broin 1992).

El tercer paso consiste en el ensayo de microtitulación en placa. Para este se debe elaborar una solución de ascorbato de sodio al 5%. Esta se utiliza para diluir las muestras del suero y de los lisados. El suero diluido se agrega a cuatro placas de cultivo. A cada placa se le adiciona  $100\mu\text{l}$  de suero diluido. Después de estos procedimientos se determina la turbidez y se calcula el folato sérico y el folato en los glóbulos rojos. Los resultados de concentración se expresan en folato por mililitro de células rojas empacadas (Broin 1992).

En el estudio clásico de Ross *et al.* se explicó ampliamente el método de cuantificación de vitamina B12 con el alga *Euglena gracillis*. A continuación se explica a groso modo el método. Éste se basa en el crecimiento producido a través de varias diluciones del suero examinado, en comparación con concentraciones de vitamina B12 cristalina. Las diluciones se producen con agua destilada. Éstas junto con fluidos estándares y medio basal se agregan a tubos de ensayo hasta completar 4 mililitro de volumen. Los tubos son calentados por 15 minutos en un baño de agua 100°C. Posteriormente se realiza una inoculación de un caldo de siete días de *Euglena gracillis*. Los tubos son incubados por 8 a 10 días a 30°C. El proceso de calentamiento se realiza para liberar la vitamina del suero, así como para eliminar hongos. La *Euglena* crece a una temperatura de 28 a 31°C, por arriba de este valor es destruida. El crecimiento es medido por turbidez en colorímetros fotoeléctricos. (Ross *et al.* 1952)

Los estudios anteriores han sido colocados como una evidencia de la viabilidad para utilizar microorganismos para la cuantificación vitamínica, ya que son más rápidos y reducen los costos, en comparación con otros métodos utilizados como: Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), espectroscopia de absorción atómica, radioinmunoensayos con isotopos o perfusión intestinal. A pesar de que los ensayos con microorganismos poseen dichas ventajas es importante destacar que no se puede evitar la extracción de sangre del modelo animal bajo experimentación, sin embargo si se reduce la cantidad necesaria de muestra.

En la actualidad no existe un método para la valoración de minerales, tales como: hierro o zinc sérico a través ensayos microbiológicos.

A continuación se propone un método para la determinación de la biodisponibilidad de micronutrientes, que no requiere el uso de modelos animales. Este se denomina <<Modelo dinámico gastrointestinal in vitro>> (TIM o TNO modelo in vitro). Consiste en la elaboración artificial de un sistema digestivo que simula al de un humano. El sistema posee sistemas de membrana semipermeables que se asemejan al intestino y que permiten una absorción de nutrientes y agua. Es un sistema controlado por ordenador. Determina la localización de cualquier nutriente ingerido. Se monitorea: pH, temperatura, proceso de mezclado intestinal, gástrico, salivar, secreciones(bilis, saliva, enzimas intestinales y gástricas), liberación de componentes, absorción de agua y digestión de nutrientes. Al culminar el proceso cada muestra es recogida y analizada por cromatografía líquida de alta resolución. Posee la ventaja de que es más rápido, económico y no posee las implicaciones éticas de estudios en animales o en humanos. Tiene la desventaja de que no reproduce a proteínas transportadoras, así como la flora intestinal. En la tesis doctoral de Romero 2008 se hace una descripción detallada del proceso, de las soluciones a realizar y de las ecuaciones para determinar la biodisponibilidad (Romero 2008).

Con respecto al objetivo específico del megaproyecto, aunque no se determinó la biodisponibilidad a través del bioensayo si se observó otros rasgos como la caída del cabello. Ésta no se hizo presente en los

grupos con un aporte de micronutrientes, pero si se observó en el grupo cinco sin presencia de alguna clase de vitaminas o minerales. Lo cual demuestra que el aporte de micronutrientes del alimento fortificado si produjo un efecto sobre el fenotipo, evitando la caída del cabello. Ello se puede observar en el cuadro 9 de la sección de resultados.

La biodisponibilidad puede ser definida como: la <<eficiencia en la absorción y utilización de un nutriente >> (Abascal 2005). Ésta se puede ver afectada por: la forma química del nutriente, la cocción de los alimentos, el estado fisiopatológico del individuo, la composición de la dieta, la edad y el estado nutricional. (Saavedra 2013, cita a Bartrina 2006). En la presente sección del estudio se pretende argumentar, a través de estudios, la razón de la utilización de compuestos aminoquelados y su efecto en la biodisponibilidad de la gomita fortificada, siendo que los efectos de los micronutrientes sobre la biodisponibilidad no se pudieron determinar directamente, a través del peso y la longitud.

Los compuestos aminoquelados poseen una forma química distinta a las sales inorgánicas de hierro. En éstos el hierro se encuentra recubierto por aminoácidos, lo cual produce una carga neutra del complejo e incrementa la solubilidad. Una mayor solubilidad es sinónimo de mayor absorción y biodisponibilidad.

En un estudio se administró, en 100 gramos harina de maíz, 1.5  $\mu\text{Ci}$  del isótopo radioactivo  $^{59}\text{FeSO}_4$  y 3.0 $\mu\text{Ci}$  del isótopo  $^{55}\text{Fe}$  aminoquelado a diez participantes. Como resultado se encontró que el isótopo de  $\text{FeSO}_4$  había presentado una absorción del 1.34%, mientras que las del hierro aminoquelado había sido de 8.68%, por lo tanto el complejo quelado quintuplicó la absorción con respecto a la sal inorgánica. El estudio también demostró que la absorción del hierro está regulada por el estado del mismo en el organismo. Por lo tanto, en una población deficiente se presentará una absorción máxima y ocurrirá lo contrario en un paciente normal, todo ello con el fin de evitar intoxicación. Esto demuestra que el estado de reserva de hierro en los especímenes o sujetos de estudio modificaría la biodisponibilidad del micronutriente, por lo tanto no es posible establecer porcentajes fijos de biodisponibilidad de la gomita fortificada, únicamente aproximaciones (DeWayne 2001).

En otro estudio, que se replicó tres veces, se encontró que el hierro aminoquelado presenta una absorción más alta, dentro de la mucosa intestinal, que otras sales inorgánicas. Este estudio se realizó en segmentos del yeyuno de ratas, estos fueron extraídos, lavados y expuestos a soluciones gástricas de hierro. Cada solución contenía una forma química distintas, siendo éstas: carbonato, óxido, sulfato o quelado de hierro. Distintas porciones del yeyuno fueron colocadas por 120 segundos en las diferentes soluciones. Tras el tiempo requerido se lavó tres veces cada porción del yeyuno y se analizó mediante espectroscopia de absorción atómica. Se encontró que la absorción media del hierro en la mucosa fue 4.7 a 7.2 veces superior con el compuesto aminoquelado, lo que corresponde a: 270 $\mu\text{g}$  de hierro /tejido seco, en comparación con las sales de hierro (óxido de hierro: 38 $\mu\text{g}$ , sulfato de hierro: 55 $\mu\text{g}$  y carbonato de hierro 58 $\mu\text{g}$  de hierro /tejido seco) (DeWayne 2001).

En un estudio realizado en 40 niños anémicos se encontró que la biodisponibilidad del hierro aminoquelado puede llegar a ser del 75%, comparada con una sal inorgánica, como la del  $\text{FeSO}_4$  (27.8%). En el estudio se les suministró 5mg Fe/Kg/día de la sal inorgánica o del hierro aminoquelado durante 28 días. Tras este tiempo se encontró que los niveles de hemoglobina sanguínea se incrementaron en ambos grupos, sin embargo el pool de hierro, medido por ferritina sérica, únicamente se aumentó con el suplemento de hierro aminoquelado. El estudio muestra que la alta biodisponibilidad del aminoquelado permite inicialmente una incorporación del hierro en hemoglobina y seguidamente una repleción del pool celular del mineral, lo que no se consigue con otras sales inorgánicas, debido a su baja biodisponibilidad (DeWayne 2001).

Debido a que el Zinc fue otro nutriente importante en la presente investigación se presentará dos estudios que demuestran que la biodisponibilidad del Zinc se incrementa con compuestos aminoquelados y que por lo tanto, la selección de los micronutrientes a utilizar en la gomita es apta.

En un estudio realizado en este país se verificó la biodisponibilidad del azúcar fortificada, tanto con zinc, como con hierro aminoquelado. El estudio se llevó a cabo en 85 estudiantes del área rural entre 7 y 11 años. A cada uno se le proporcionó 20 gramos de azúcar, durante 90 días. Es importante resaltar que la dosis de fortificación fue la siguiente: 20 mg de hierro y 15 mg Zinc aminoquelado por cada Kg de azúcar. Lo que corresponde a un aporte 0.4 mg de hierro y 0.3 mg de zinc por 20 g de azúcar, que era la ración diaria consumida. Tanto al inicio, como al final del experimento se tomó muestras de sangre y se realizó análisis por espectrofotometría de absorción atómica. En el departamento de Quiché se encontró un incremento significativo de los niveles séricos de Zinc, desde un valor inicial de 3.15mg/L a un valor final de 6.55mg/L, el incremento en el Zinc fue del 50%. A su vez se observó un incremento en los valores de hemoglobina en la población. Este estudio es de suma importancia, ya que no sólo denota la efectividad en la biodisponibilidad al utilizar un compuesto aminoquelado, sino lo adecuado de haber utilizado las cantidades de fortificación propuestas para la gomita, propuesta en el presente estudio, ya que los valores son similares (Hernández 2006).

Debido a que la gomita fortificada propuesta en la presente investigación contiene Ácido fólico y vitamina B12 es importante demostrar su biodisponibilidad. Brito, *et al*, en el documento <<Folatos y vitamina B12 en la salud humana>> menciona que cuando el Ácido fólico es administrado como suplemento puede llegar a presentar una absorción de hasta el 100%; sin embargo cuando se administra con un alimento ésta se reduce al 85% (Brito, et al. 2012).

Ball G. estableció en el libro <<Vitaminas en los alimentos>> que el estado de absorción de la vitamina B12 o Cianocobalamina presenta una relación inversamente proporcional con la ingesta del individuo. Un consumo de 0.5µg o menos produce una biodisponibilidad del 70% de la vitamina; uno de 0.5µg exactos produce una absorción del 28% y uno mayor o igual a 10µg produce una reducción al 16%

de la absorción. Cuando se consume un fortificado de Cianocobalamina cristalina, correspondiente a 100 $\mu$ g o más al día la absorción se reduce hasta un 1%, lo que induce una eliminación urinaria (Ball 2006).

La vitamina C es otro elemento adicionado a la gomita. Ésta fue incorporada como ácido ascórbico. El meta análisis denominado <<Vitamina C sintética o en los alimentos. Son igualmente biodisponibles? >> de Carr, et al, concluyó que la biodisponibilidad de un derivado sintético, comúnmente utilizado en suplementos o como fortificador es igualmente biodisponible, que los compuestos en los alimentos naturales. Es importante destacar que ésta vitamina aportó propiedades antioxidantes a la gomita, lo cual conserva a largo plazo la integridad celular, que es importante en el proceso de crecimiento y desarrollo de los niños, así como en la función cardiovascular tardía o en la prevención de cáncer. La función antioxidante de la vitamina C también potencializa el efecto sobre la biodisponibilidad del hierro, ya que favorece la conformación ferrosa del mismo y su utilización en el plasma. (Romero 2008) y (Carr *et al* 2013).

De acuerdo a todos los resultados y estudios presentados es importante recalcar dos ideas fundamentales. El reducido consumo del alimento por parte de los grupos experimentales fue el producto de una dieta alta en azúcar. Aunque se encontró, que es necesario en futuros estudios realizar un ajuste de la dieta, tal y como se propone en las secciones anteriores, estos resultados contribuyeron a un análisis profundo sobre utilizar un producto dulce, como un vehículo para fortificar. El desafío con ello es que se lleva un mensaje equivocado a la población, orientado hacia el consumo de azúcar. Por otro lado se encontró que todos los nutrientes utilizados para fortificar producen un nivel adecuado de biodisponibilidad, lo cual es adecuado, ya que cada micronutriente es fundamental para desarrollar diversas funciones corporales. Para enlazar ambas ideas es importante concluir que: la gomita fortificada es una opción de golosina saludable, ya que aporta micronutrientes altamente disponibles. Sin embargo debe ser un alimento de consumo esporádico, moderado y controlado. Este control debe estar orientado hacia: velar porque se garantice un consumo adecuado de azúcar según los requerimientos del niño, el cual no debe exceder a un 10% del Valor energético total (VET) diario. Dentro de este 10% se podría incluir tanto el consumo de la gomita fortificada propuesta en el presente megaproyecto, como otros alimentos con azúcar añadida.

Los 50 gramos propuestos en el presente megaproyecto, no representan un tamaño de porción, ya que éste se emplea cuando el alimento es de consumo diario. Los 50 gramos propuestos en el presente proyecto representan la cantidad máxima de alimento que puede ser consumida por la población de estudio. Con esta cantidad máxima se obtiene el 30% de las Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP, con lo que se evita una intoxicación. Finalmente es importante recalcar que el presente estudio, únicamente pretende abrir una línea de investigación sobre alimentos fortificados. No es permitido lanzar al mercado la golosina propuesta en el presente megaproyecto, si antes no es probada en humanos, a través de ensayos clínicos autorizados por comités de ética. Especialmente porque la población de estudio es vulnerable.

Determinado el análisis de proteína en ratas y el análisis sensorial por medio del cual se logró obtener la formulación final, se prosiguió a realizar los respectivos análisis para determinar la vida útil del producto. Obteniendo los siguientes resultados:

**7. Elección del empaque.** Los dos empaques utilizados, como se observa en el Anexo 38, son bi-laminaciones compuestas por poliéster transparente y polietileno. El poliéster le provee la rigidez y barreras contra el oxígeno, dióxido de carbono y aromas. El mismo siempre debe de ser laminado con otros materiales, por lo que en este caso se lamino con el polietileno que le provee sellabilidad al empaque, al igual que barreras contra la humedad y luz. Por lo tanto, las barreras de los polímeros utilizados se complementan entre sí, ya que se quería barreras contra la humedad, gases y luz, para preservar las características del producto. Entre las características de los empaques, el primero tiene un mayor calibre de 229 mc que el segundo, por lo que tiene mejores barreras. También es importante tomar en cuenta el gramaje ya que influye en el rendimiento, que está directamente relacionado en el costo. Por lo que el primer empaque tiene un gramaje de 114.03 g/m<sup>2</sup> y el segundo tiene un gramaje de 78.75 g/m<sup>2</sup>, por lo que el primero tiene un mayor rendimiento. Por último, es importante recalcar que el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, tiene aditivos UV, los cuales impiden o retardan el deterioro, ya que tienen dos mecanismos de control: absorber o filtrar la luz UV y disipar la energía que absorben. (Wagner, 2010)

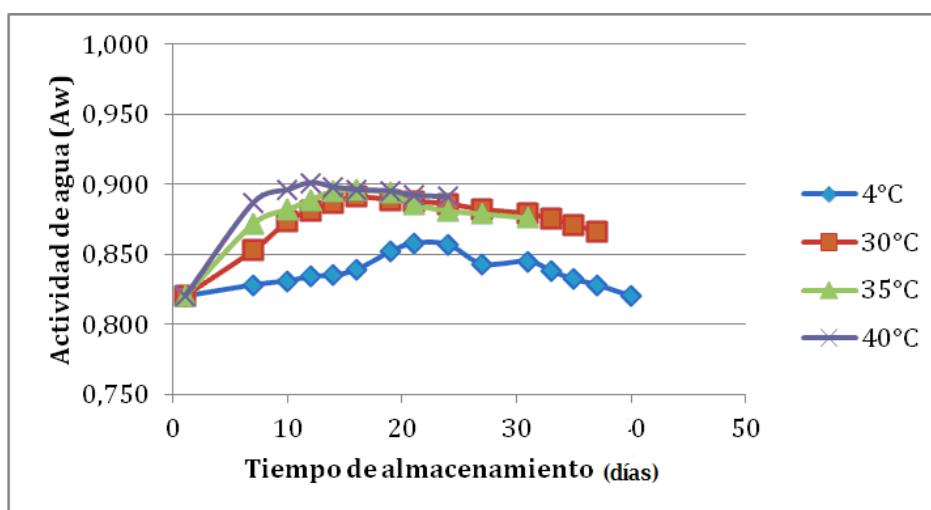
**8. Seguimiento físico de las muestras.** En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos de la actividad de agua de las gomitas, almacenadas a diferentes temperaturas, en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Cuadro No. 66.** Datos del seguimiento de los cambios de actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

Almacenamiento (días)	4°C	30°C	35°C	40°C
1	0.820	0.820	0.820	0.820
7	0.828	0.853	0.872	0.887
10	0.831	0.874	0.882	0.896
12	0.834	0.881	0.889	0.901
14	0.835	0.887	0.895	0.898

<b>Continuación Cuadro No. 66.</b> Datos del seguimiento de los cambios de actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.				
<b>Almacenamiento (días)</b>	<b>4°C</b>	<b>30°C</b>	<b>35°C</b>	<b>40°C</b>
16	0.839	0.891	0.896	0.896
19	0.852	0.889	0.894	0.895
21	0.858	0.888	0.886	0.892
24	0.857	0.886	0.881	0.891
27	0.843	0.882	0.879	
31	0.845	0.879	0.876	
33	0.838	0.875		
35	0.832	0.871		
37	0.828	0.866		
40	0.820			

**Gráfica No. 9.** Actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



En la Gráfica No. 9, se muestran los resultados de la actividad de agua de las gomitas almacenadas a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

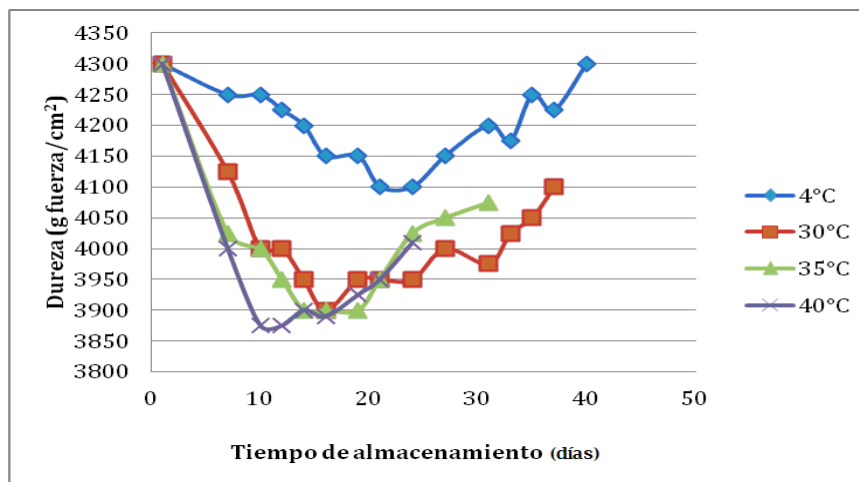
En el cuadro siguiente, se presentan los resultados obtenidos para la dureza y la pegajosidad de las gomitas, almacenadas a diferentes temperaturas en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Cuadro No. 67.** Datos del seguimiento de los cambios de dureza y pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

Almacenamiento (Días)	Dureza (g fuerza/cm <sup>2</sup> )				Pegajosidad (g fuerza/cm <sup>2</sup> )			
	4°C	30°C	35°C	40°C	4°C	30°C	35°C	40°C
1	4300	4300	4300	4300	330	330	330	330
7	4250	4125	4025	4000	335	345	355	360
10	4250	4000	4000	3875	335	355	360	370
12	4225	4000	3950	3875	335	355	360	370
14	4200	3950	3900	3900	340	357	363	368
16	4150	3900	3900	3890	340	360	363	365
19	4150	3950	3900	3925	343	360	363	365
21	4100	950	3950	3950	346	360	362	360
24	4100	3950	4025	4010	347	360	361	
27	4150	4000	4050		340	355	360	
31	4200	3975	4075		335	355		
33	4175	4025			340	350		
35	4250	4050			335	348		
37	4225	4100			335			

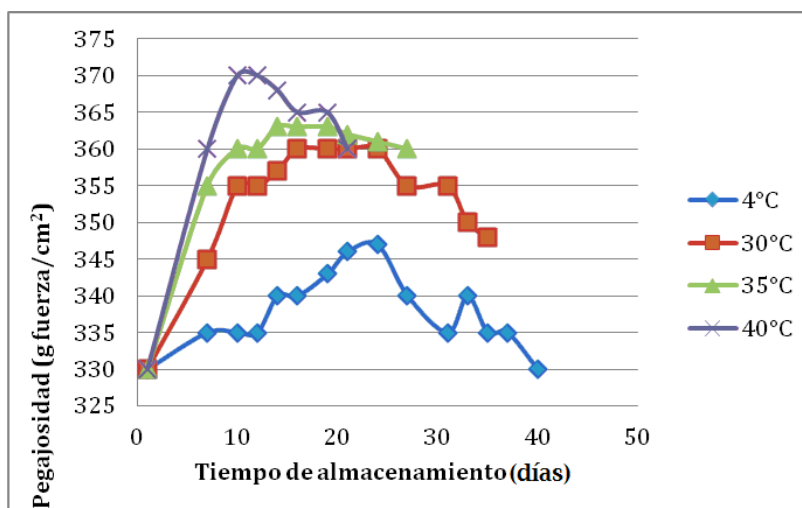
**Gráfica No. 10.** Dureza de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



En la Gráfica No. 10, se muestran los resultados de la dureza de las gomitas almacenadas a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Gráfica No. 11.** Pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



En la Gráfica No. 11, se muestran los resultados de la pegajosidad de las gomitas, almacenados a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

En las gráficas 9,10 y 11 se puede observar un comportamiento similar entre la actividad de agua y la pegajosidad, mientras que la dureza tiene un comportamiento inverso a estas. La actividad de agua y la pegajosidad empiezan a aumentar y luego disminuyen. Por el otro lado, la dureza disminuye y luego vuelve a aumentar. Cuando se tiene un máximo en la actividad de agua, se tiene un máximo en la pegajosidad y un mínimo en la dureza. Por ejemplo, para la muestra almacenada a 30°C del empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, el día 16 tuvo el valor máximo de actividad de agua de 0.891, tuvo el máximo de pegajosidad con un valor de 360 g fuerza/cm<sup>2</sup> y el mínimo de dureza con un valor de 3,900 g fuerza/cm<sup>2</sup>, como se puede observar en los cuadros No. 66 y 76.

Los cambios de actividad que ocurrieron en las gomitas almacenadas a 30°C, 35°C y 40°C, se debe a que la actividad de agua es la medida del estado de energía del agua de un sistema, por lo tanto al aumentar la temperatura, aumenta la energía en el sistema, por lo que aumentó la actividad de agua. (Fontana, 2010) Esto se observa en la Gráfica No.1 y en el Cuadro No. 66, ya que a la temperatura más alta de almacenamiento de 40°C se obtuvo el mayor aumento de la actividad de agua, llegando a un valor máximo de 0.901, a 35°C el valor máximo fue de 0.896 y a 30°C se obtuvo el menor aumento de actividad de agua

llegando a un valor máximo de 0.891. Luego, se empezó a obtener una disminución en la actividad de agua, ya que el producto empezó a perder agua.

También es importante mencionar que el comportamiento irregular que se observa en las Gráfica No. 10 de la dureza y en la Gráfica No. 11 de la pegajosidad, se debe a que las gomitas no tenían el mismo grosor o altura, por lo que esto influyó directamente en la medición de estos dos parámetros. (Kaszab, 2010) Por lo tanto, para este tipo de productos, la medición de actividad de agua resulta ser un parámetro más adecuado para observar los cambios durante el almacenamiento a diferentes temperaturas, a menos que las gomitas se realicen con moldes y se tenga garantizada la uniformidad con respecto al grosor de las muestras.

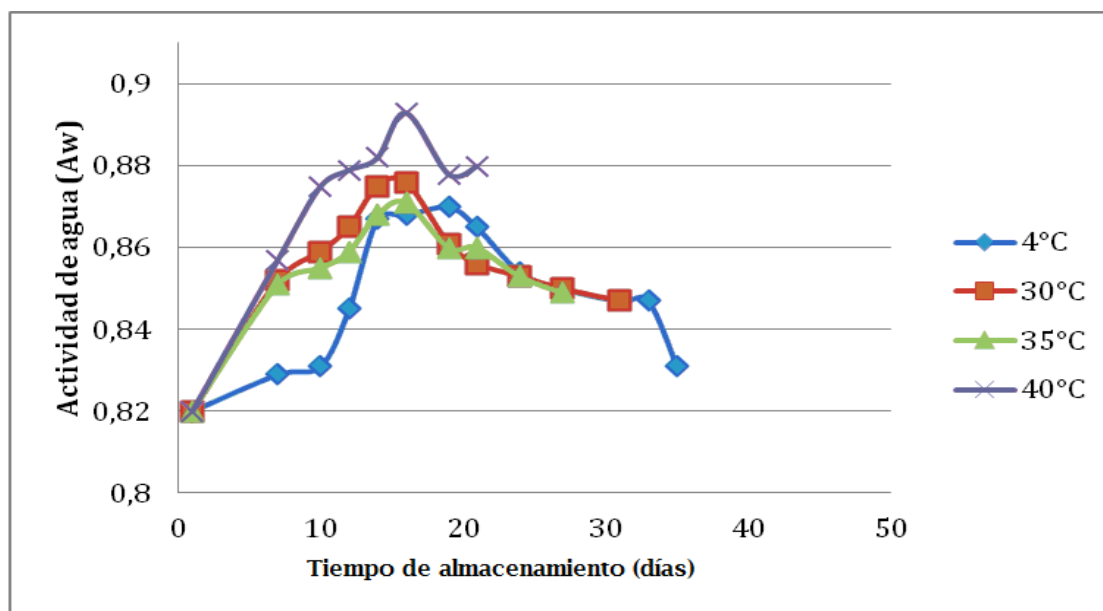
En el cuadro siguiente, se presentan los resultados obtenidos actividad de agua de las gomitas, almacenadas a diferentes temperaturas en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Cuadro No. 68.** Datos del seguimiento de los cambios de actividad de agua.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

<b>Almacenamiento (días)</b>	<b>4°C</b>	<b>30°C</b>	<b>35°C</b>	<b>40°C</b>
1	0.820	0.82	0.820	0.820
7	0.829	0.852	0.851	0.857
10	0.831	0.859	0.855	0.875
12	0.845	0.865	0.859	0.879
14	0.867	0.875	0.868	0.882
16	0.868	0.876	0.871	0.893
19	0.87	0.861	0.86	0.878
21	0.865	0.856	0.86	0.88
24	0.854	0.853	0.853	
27	0.850	0.85	0.849	
31	0.847	0.847		
33	0.847			
35	0.831			

**Gráfica No. 12.** Actividad de agua de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc



En la Gráfica No. 12, se muestran los resultados de la actividad de agua de las gomitas almacenados a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos para la dureza y la pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

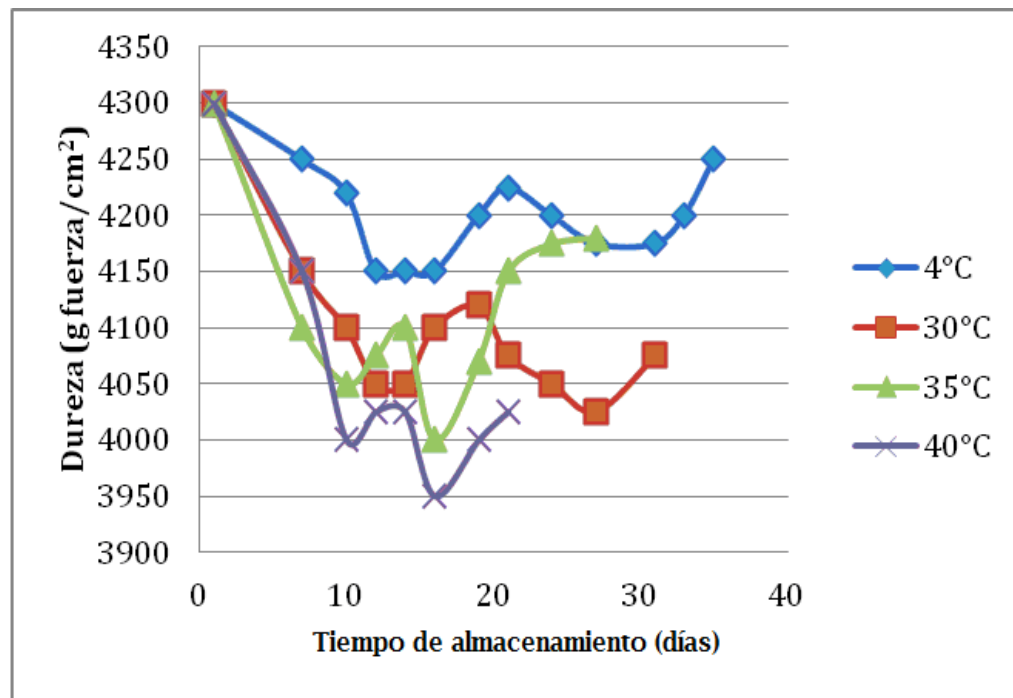
**Cuadro No. 69.** Datos del seguimiento de los cambios de dureza y pegajosidad.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

Almacenamiento (Días)	Dureza (g fuerza/cm <sup>2</sup> )				Pegajosidad (g fuerza/cm <sup>2</sup> )			
	4°C	30°C	35°C	40°C	4°C	30°C	35°C	40°C
1	4300	4300	4300	4300	330	330	330	330
7	4250	4150	4100	4150	335	340	345	340
10	4220	4100	4050	4000	337	345	350	355
12	4150	4050	4075	4025	342	350	350	350
14	4150	4050	4100	4025	342	350	352	353
16	4150	4100	4000	3950	340	345	354	360
19	4200	4120	4070	4000	335	343	352	355
24	4225	4075	4150	4025	335	348	350	350

Continuación Cuadro No. 69. Datos del seguimiento de los cambios de dureza y pegajosidad. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.								
Almacenamiento (Días)	Dureza (g fuerza/cm <sup>2</sup> )				Pegajosidad (g fuerza/cm <sup>2</sup> )			
	4°C	30°C	35°C	40°C	4°C	30°C	35°C	40°C
27	4200	4050	4175		337	350	340	
31	4175	4025	4180		340	348	342	
33	4175	4075			340	345		
35	4200				337			

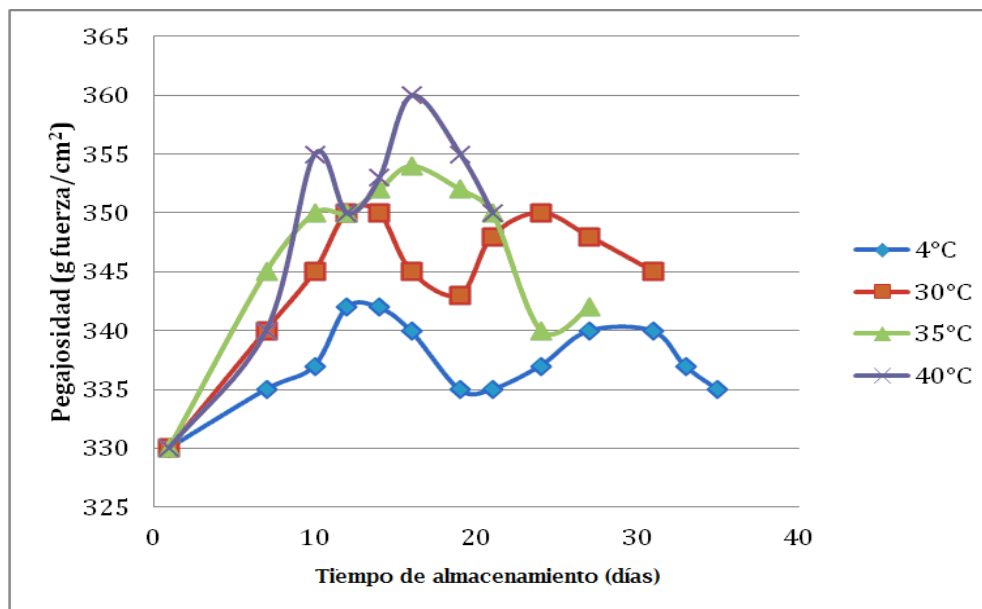
**Gráfica No. 13.** Dureza de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



En la gráfica anterior, se muestran los resultados de la dureza, de las gomitas almacenados a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No.14:** Pegajosidad de las gomitas almacenadas a diferentes temperaturas.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



En la gráfica anterior, se muestran los resultados de la pegajosidad de las gomitas, almacenados a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

En las gráficas No. 13 y 14, de dureza y pegajosidad del empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, se observa el mismo comportamiento irregular con respecto a la dureza y pegajosidad que en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, por la falta de uniformidad en el grosor gomitas.

En las gráficas No. 12, 13 y 14, se pudo observar una relación entre la actividad de agua y la pegajosidad y una relación inversa con la dureza, tal como se mencionó anteriormente para las Gráficas 9, 10 y 11, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc. Por lo tanto, el control de la actividad de agua es de gran importancia, ya que afecta las propiedades de textura de los alimentos. Los productos de confitería que tienen una actividad de agua bastante elevada, tienden a ser más jugosos, húmedos, suaves, masticables y chiclosos. Al disminuir la actividad de agua se vuelven más duros y más secos. Por el otro lado, si aumenta la actividad de agua se ponen húmedos y aguados, que también son cambios desagradables. (Fontana, 2010)

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos para los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , de

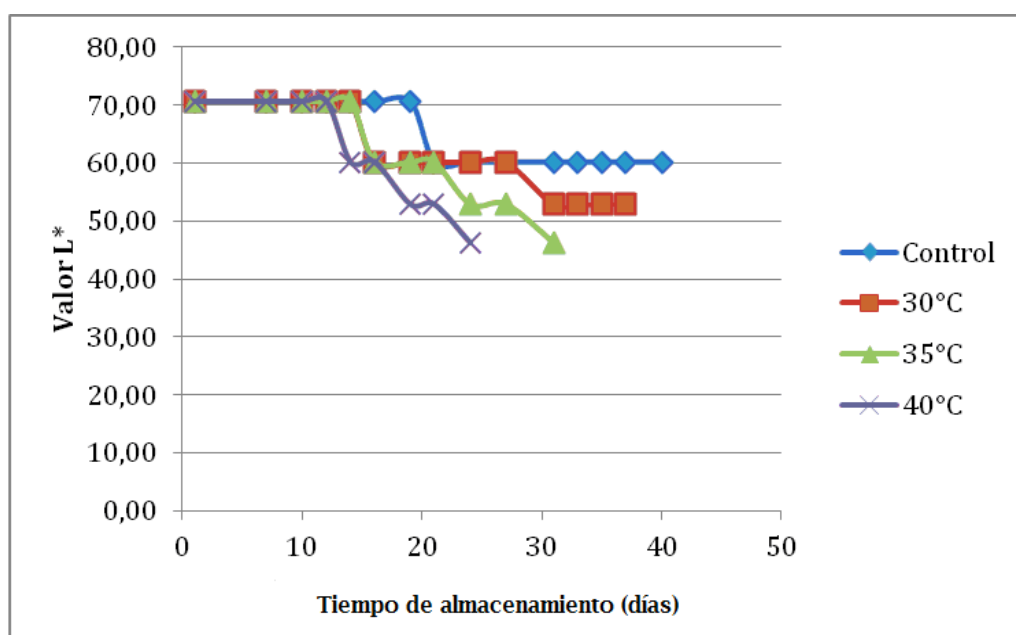
las gomitas de fresa, almacenadas a diferentes temperaturas en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Cuadro No. 70.** Valores de L\*, b\* y a\* de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

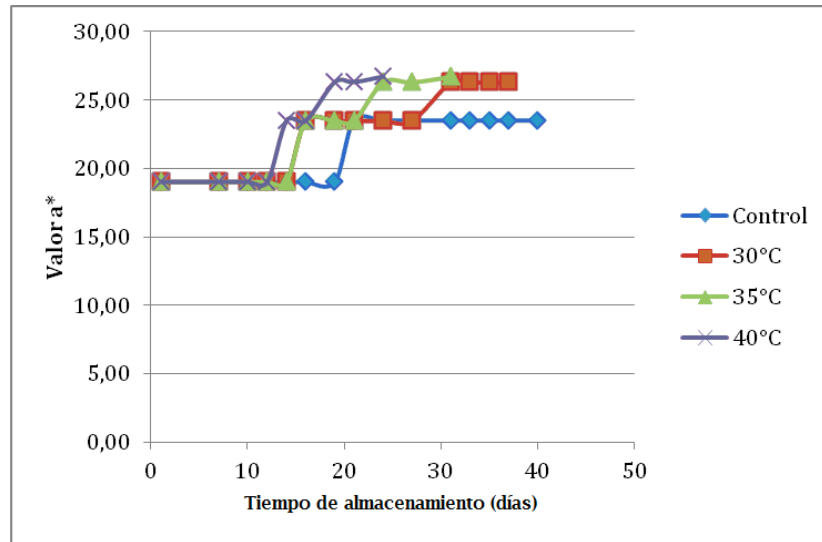
Almacenamiento (Días)	4°C			30°C			35°C			40°C		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58
7	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58
10	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58
12	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58
14	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	70.69	19.02	28.58	60.18	23.50	31.88
16	70.69	19.02	28.58	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88
19	70.69	19.02	28.58	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83
21	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83
24	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83	46.13	26.72	33.50
27	60.18	23.50	31.88	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83			
31	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83	46.13	26.72	33.50			
33	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83						
35	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83						
37	60.18	23.50	31.88	52.83	26.32	33.83						
40	60.18	23.50	31.88									

**Gráfica No. 15.** Temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



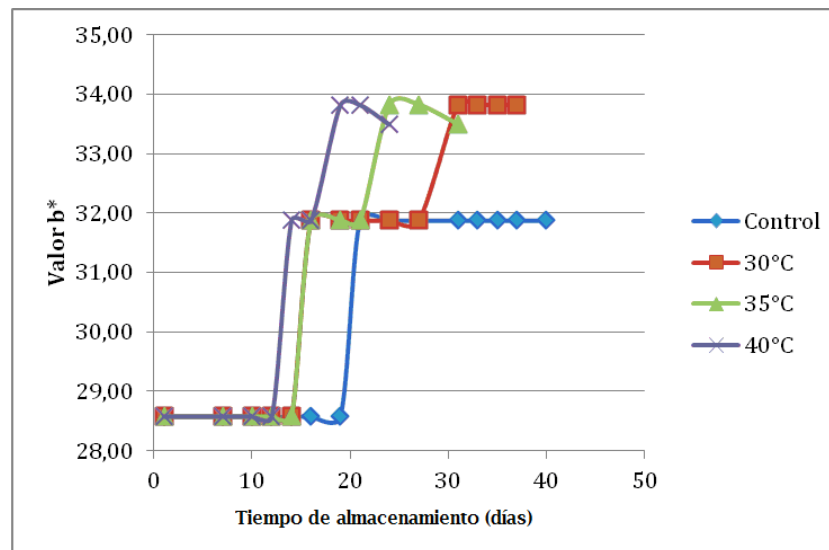
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de la luminosidad ( $L^*$ ) de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 16:** Valores de  $a^*$  de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



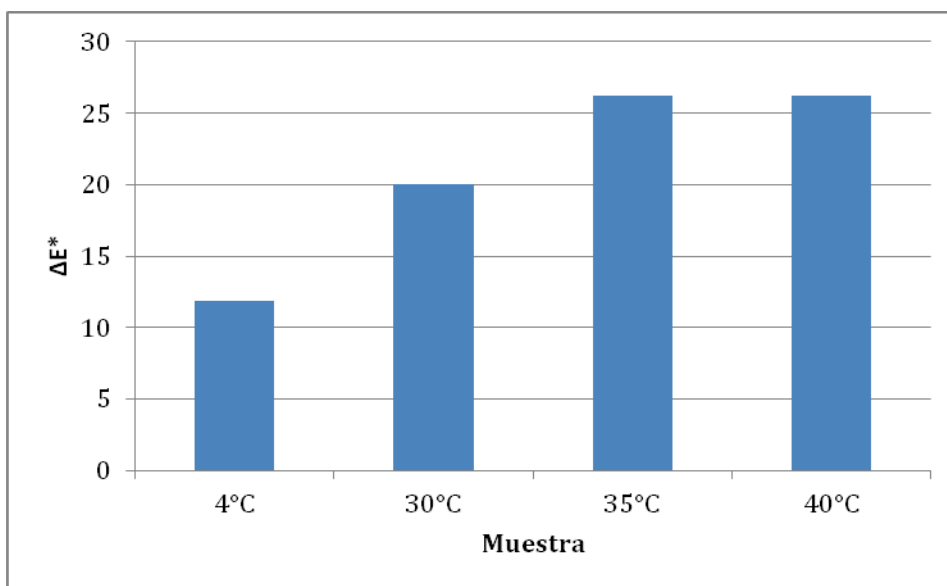
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $a^*$  de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 17:** Valores de la  $b^*$  de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $b^*$  de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 18.** Cambio de color total para la gomita de fresa al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



En la gráfica anterior, se muestran los resultados del cambio de color total de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas durante el almacenamiento, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

La medición del color se expresó utilizando los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . El valor de  $L^*$  representa el brillo, teniendo un eje vertical entre  $L^*=0$  (negro) y  $L^*=100$  (blanco). El valor de  $a^*$  se representa por medio de un eje horizontal ( $-a^*$  es la coloración verde y  $+a^*$  representa las coloraciones rojas) y  $b^*$  es representado por otro eje horizontal ( $-b^*$  representa la coloración azul y  $+b^*$  representa las coloraciones amarillas).

Para las gomitas de fresa, se puede observar el cambio de color en las gráficas 15,16,17 y 18. El valor de  $L^*$  disminuyó del valor inicial de 70.69 a 60.18 para las muestras almacenadas a 4°C, disminuyó a 52.83 para las muestras almacenadas a 30°C y disminuyó a 46.13 para las muestras almacenadas a 35°C y 40°C. Estos valores indican que las muestras se oscurecieron a lo largo de la vida de anaquel acelerada, sin embargo, las muestras almacenadas a temperaturas más altas sufrieron de un mayor oscurecimiento a lo largo de su almacenamiento. Con respecto a los valores de  $a^*$ , que representa las coloraciones verdes  $-a^*$  y las coloraciones rojas  $+a^*$ , se pudo observar que del valor inicial de 19.02, las muestras aumentaron sus tonalidades rojas, llegando al valor final de 23.50 para las

muestras almacenadas a 4°C, 26.32 para las muestras almacenadas a 30°C y 26.72 a 35°C y a 40°C. Para los valores de b\*, que representan -b\* representa la coloración azul y +b\* representa las coloraciones amarillas, se pudo observar un aumento en las coloraciones azules, empezando con un valor de 28.58 y llegando al valor final de 31.88 para las muestras almacenadas a 4°C y a un valor final de 33.50 para las muestras almacenadas a 30°C y 33.50 a 35°C y a 40°C.

Con los valores obtenidos de L\*, a\* y b\*, se calculó el cambio total del color ( $\Delta E^*$ ), utilizando la ecuación No.9, en donde se comparó el producto antes de empacarlo y después del tiempo de almacenamiento al final de la vida de anaquel a cada temperatura.

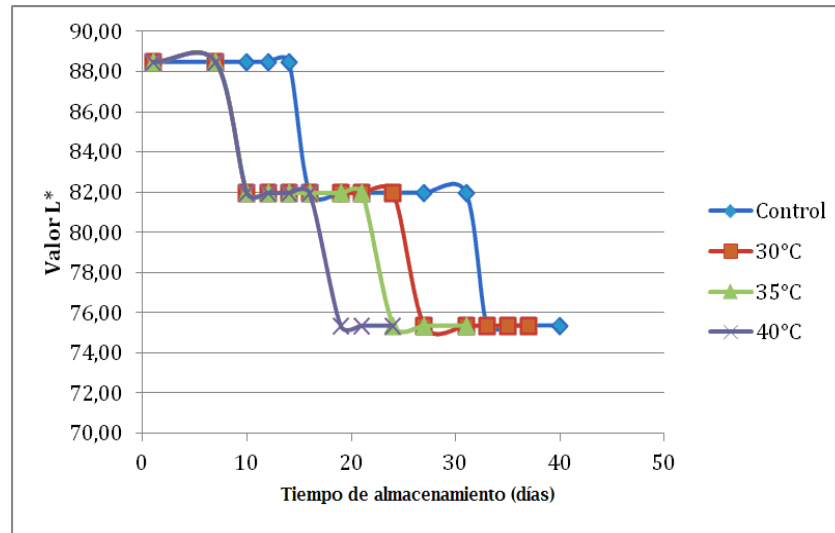
Para las gomitas de fresa para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, se obtuvo un mayor cambio de color para las gomitas almacenadas a 35 y 40°C, luego a 35°C y por último el control. Por lo que se pudo observar, que la temperatura tuvo influencia en los cambios en las coloraciones, volviéndose las gomitas más oscuras, y aumentando sus coloraciones amarillas y rojas.

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos para los valores de L\*, a\* y b\*, de las gomitas de manzana-pera, almacenadas a diferentes temperaturas en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Cuadro No.71.** Valores de L\*, b\* y a\* de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

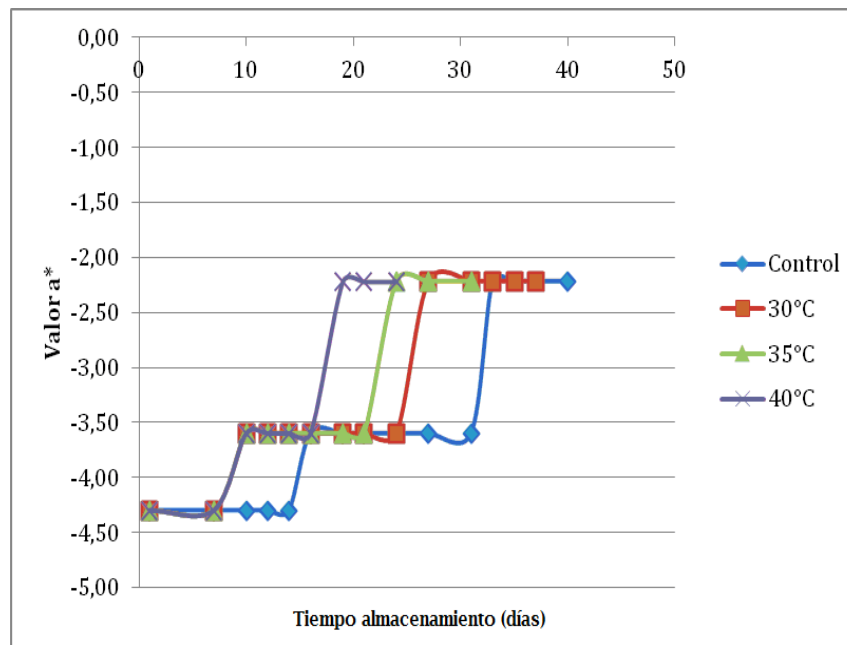
Almacenamiento (Días)	4°C			30°C			35°C			40°C		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	88.47	-4.30	45.15	88.47	-4.30	45.15	88.47	-4.30	45.15	88.47	-4.30	45.15
7	88.47	-4.30	45.1	88.47	-4.30	45.15	88.47	-4.30	45.15	88.47	-4.30	45.15
10	88.47	-4.30	45.15	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68
12	88.47	-4.30	45.15	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68
14	88.47	-4.30	45.15	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68
16	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68
19	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	75.36	-2.22	59.92
21	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	75.36	-2.22	59.92
24	81.96	-3.60	55.68	81.96	-3.60	55.68	75.36	-2.22	59.92	75.36	-2.22	59.92
27	81.96	-3.60	55.68	75.36	-2.22	59.92	75.36	-2.22	59.92			
31	81.96	-3.60	55.68	75.36	-2.22	59.92	75.36	-2.22	59.92			
33	75.36	-2.22	59.92	75.36	-2.22	59.92						
35	75.36	-2.22	59.92	75.36	-2.22	59.92						
37	75.36	-2.22	59.92	75.36	-2.22	59.92						

**Gráfica No. 19.** Luminosidad de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



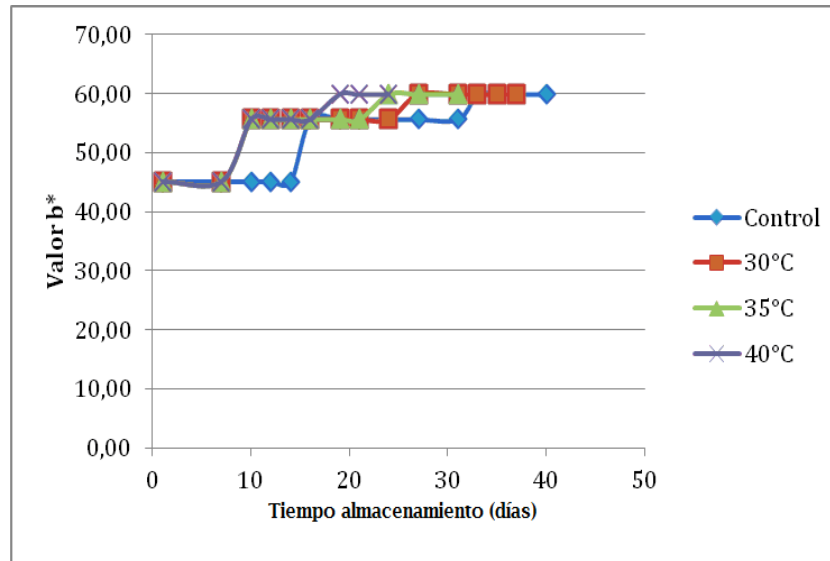
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de Luminosidad ( $L^*$ ) de las gomitas de manzana-pera, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Gráfica No.20.** Valores de  $a^*$  de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



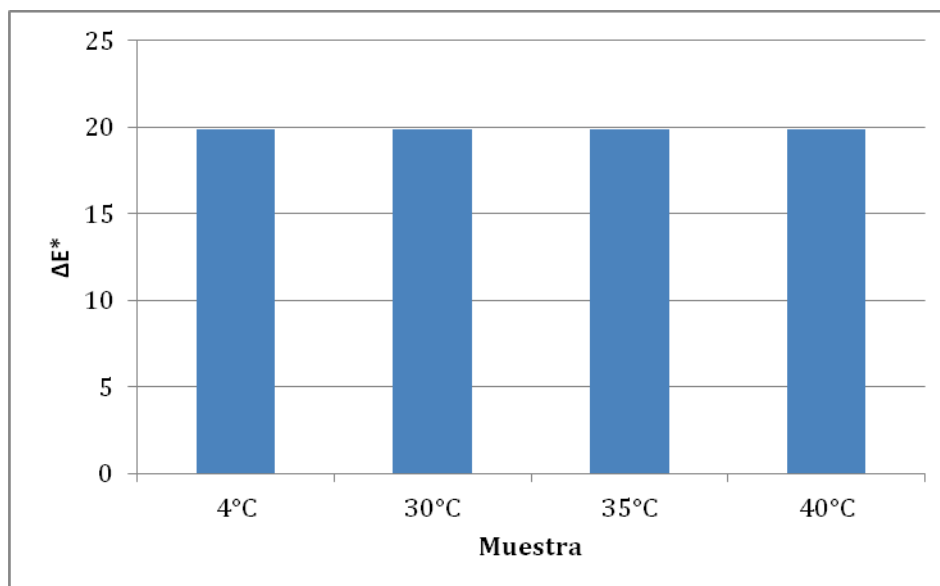
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $a^*$  de las gomitas de manzana-pera, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Gráfica No. 21.** Valores de  $b^*$  de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



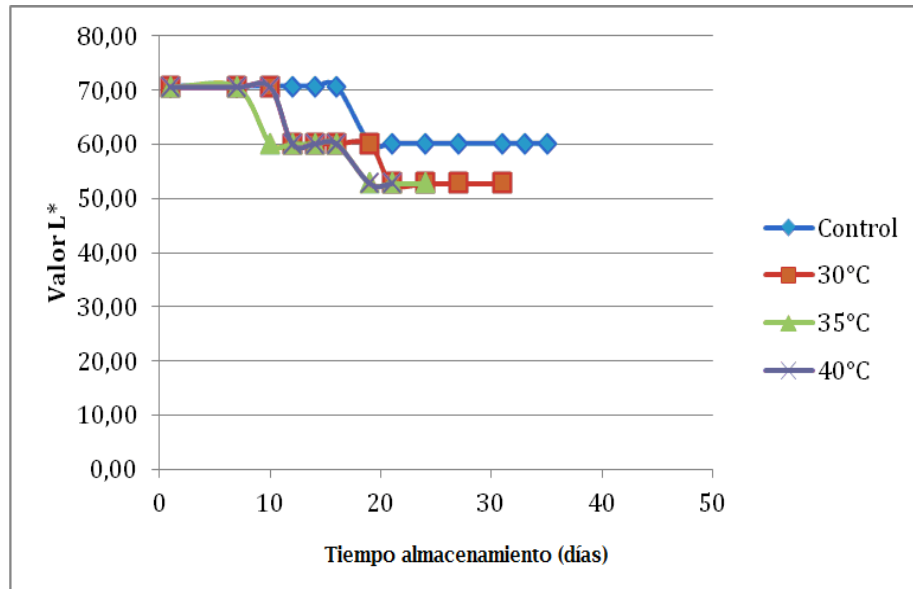
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $b^*$  de las gomitas de manzana-pera, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**Gráfica No. 22.** Cambio de color total para la gomita de manzana-pera al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



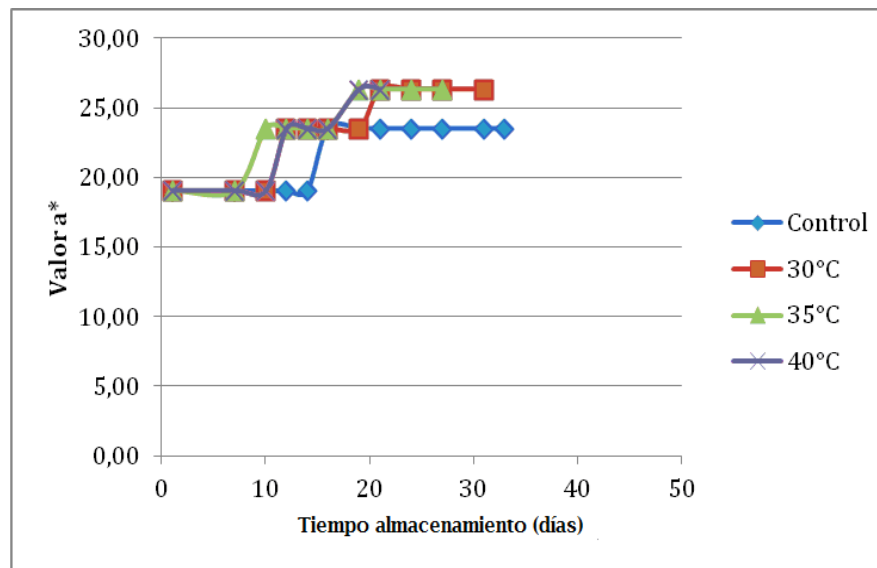


**Gráfica No. 23.** Luminosidad ( $L^*$ ) de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



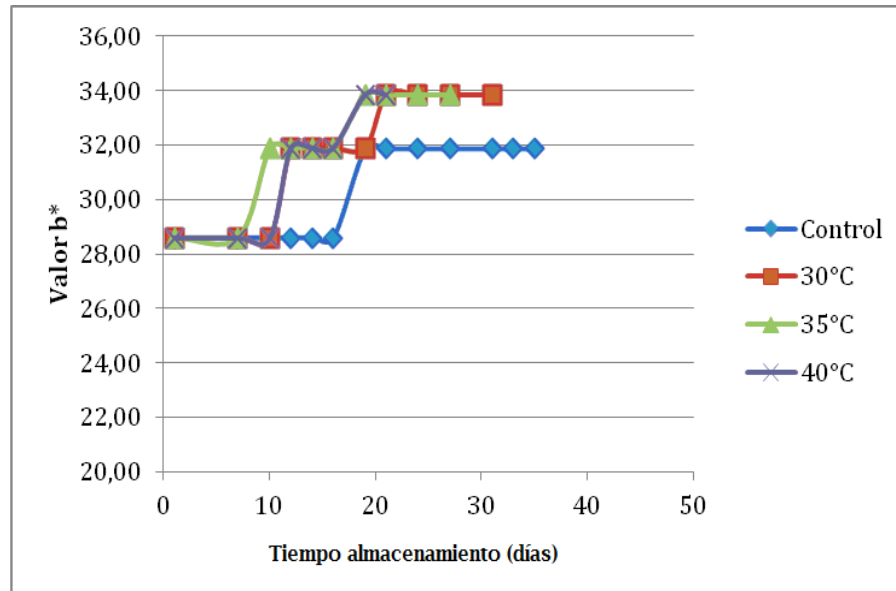
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de Luminosidad ( $L^*$ ) de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 24.** Valores de  $a^*$  de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas.  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



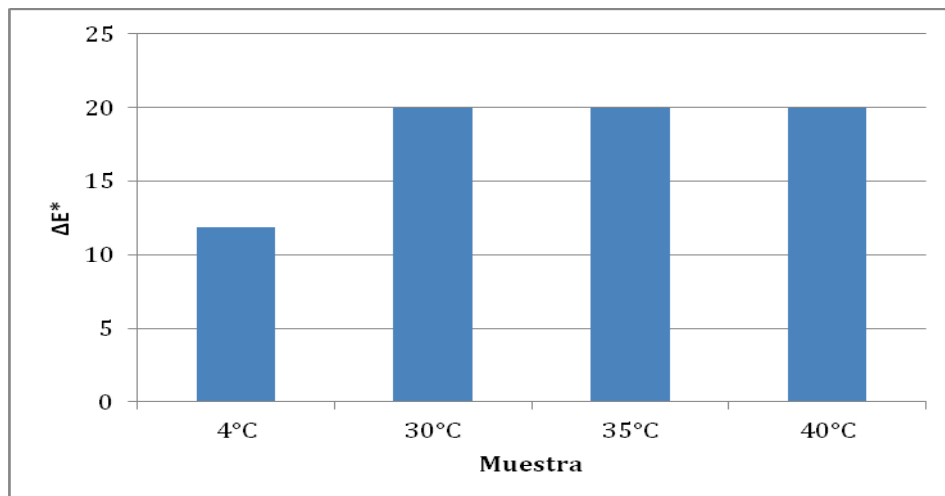
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $a^*$  de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

Gráfica No. 25: Valores de  $b^*$  de la gomita de fresa almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $b^*$  de las gomitas de fresa, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

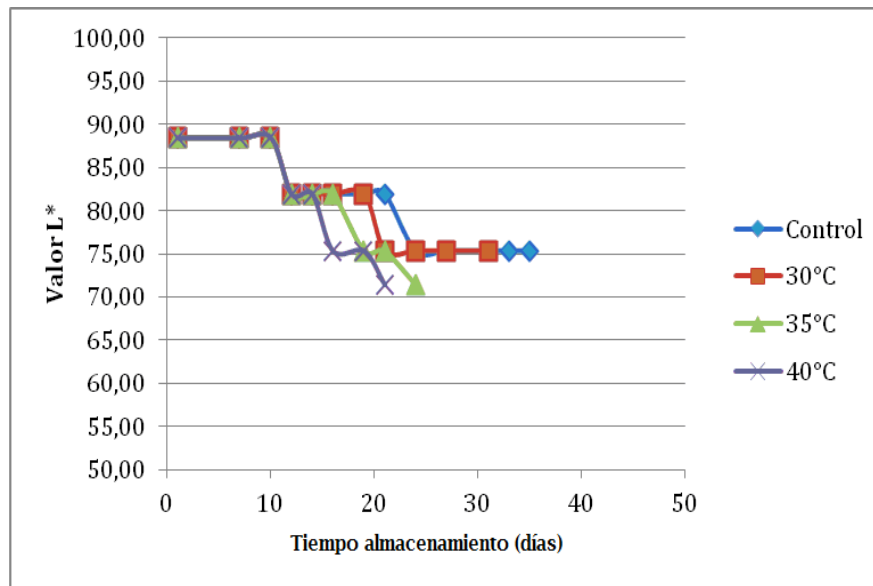
**Gráfica No. 26.** Cambio de color total para la gomita de fresa al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



Para las gomitas de fresa en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, se puede observar el cambio de color en las gráficas 23,24,25 y 26. El valor de  $L^*$  disminuyó del valor inicial de 70.69 a

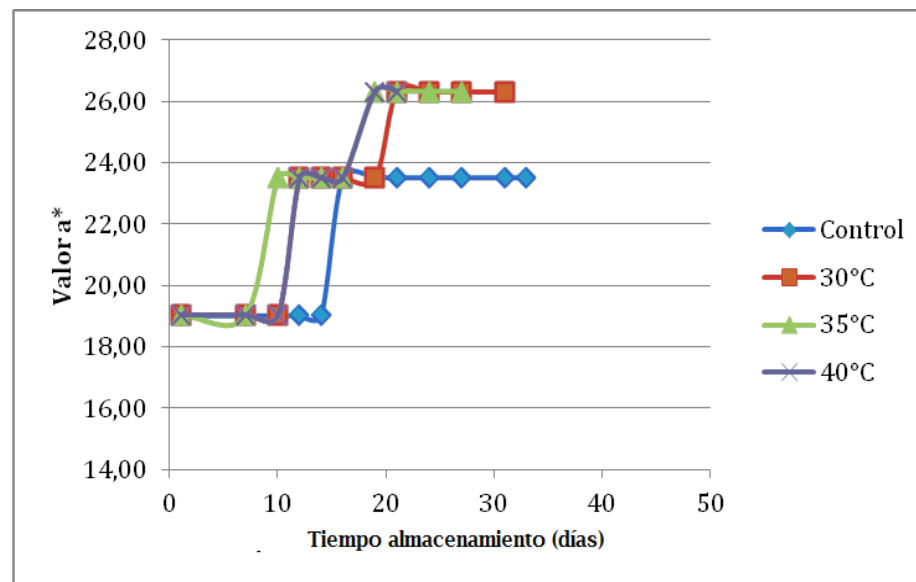


**Gráfica No. 27.** Luminosidad ( $L^*$ ) de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



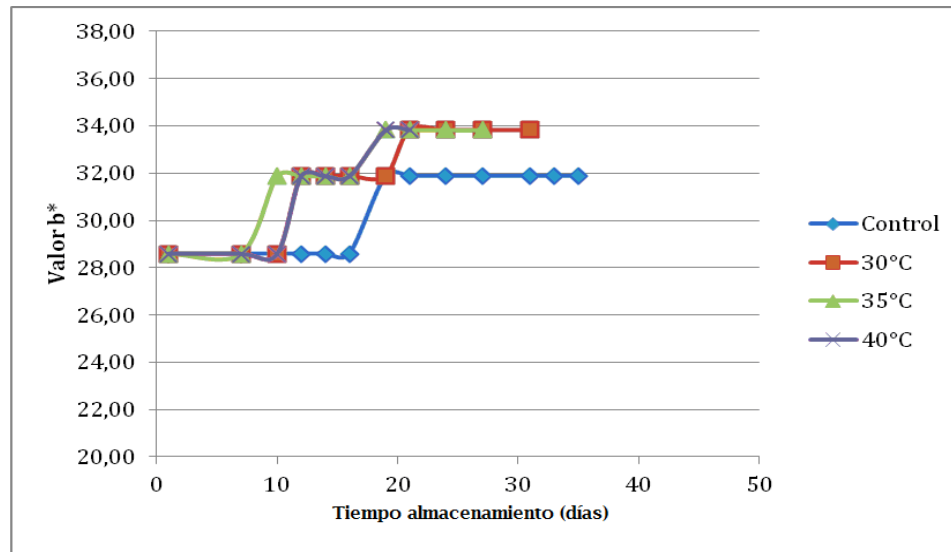
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de Luminosidad ( $L^*$ ) de las gomitas de manzana-pera, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 28.** Valores de  $a^*$  de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



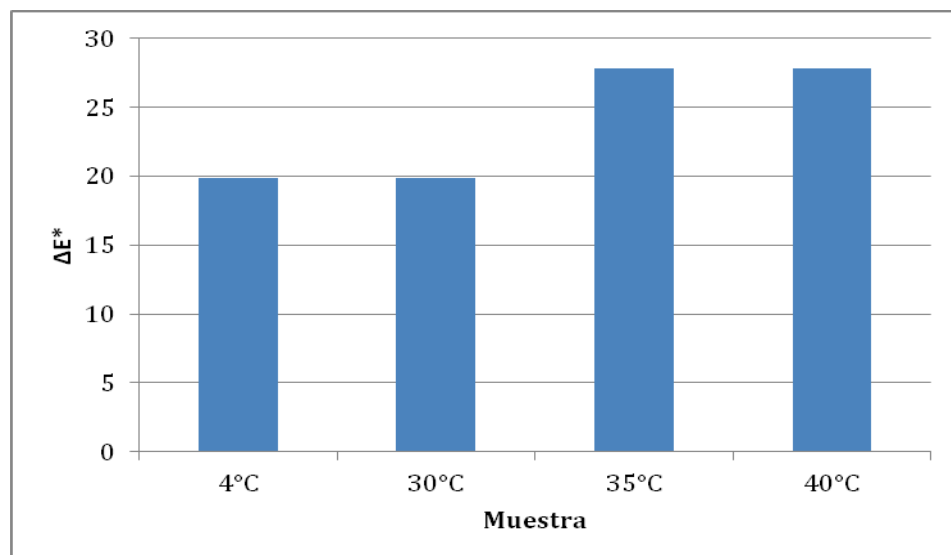
En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $a^*$  de las gomitas de manzana, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 29.** Valores de  $b^*$  de la gomita de manzana-pera almacenada a diferentes temperaturas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



En la gráfica anterior, se muestran los resultados de los valores de  $b^*$  de las gomitas de manzana, almacenadas a varias temperaturas para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

**Gráfica No. 30.** Cambio de color total para la gomita de manzana-pera al final de la vida de anaquel. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



Con respecto a las gomitas de manzana-pera en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, los resultados se pueden observar en Cuadro No. 73 y en las gráficas 27, 28, 29 y 30. El valor de  $L^*$  disminuyó de 88,47 a 75,36 para las muestras almacenadas a 4°C y 30°C y disminuyó a 71,46 para

las muestras almacenadas a 35°C y 40°C, por lo que estas últimas dos sufrieron de un mayor oscurecimiento. Para el valor de  $a^*$ , sufrieron un aumento del mismo empezando en un valor de -4.30 a -2.22 para las muestras almacenadas a 4°C y 30°C y aumentó a -1.69 para las muestras almacenadas a 35°C y 40°C, por lo que estas obtuvieron un aumento en las coloraciones rojas. El valor de  $b^*$  aumentó de 45.15 a 59.92 para las muestras almacenadas a 4°C y 30°C y aumentó a 67.07 para las muestras almacenadas a 35°C y 40°C, por lo que estas últimas dos aumentaron sus tonalidades amarillas. Con respecto al cambio de color en general, para las muestras almacenadas a 4°C y 30°C tuvieron un cambio de color de 19.85, al igual las gomas de manzana-pera en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc. Sin embargo, tuvieron un mayor cambio las muestras almacenadas a 35°C y 40°C, con un cambio de color total de 27.68.

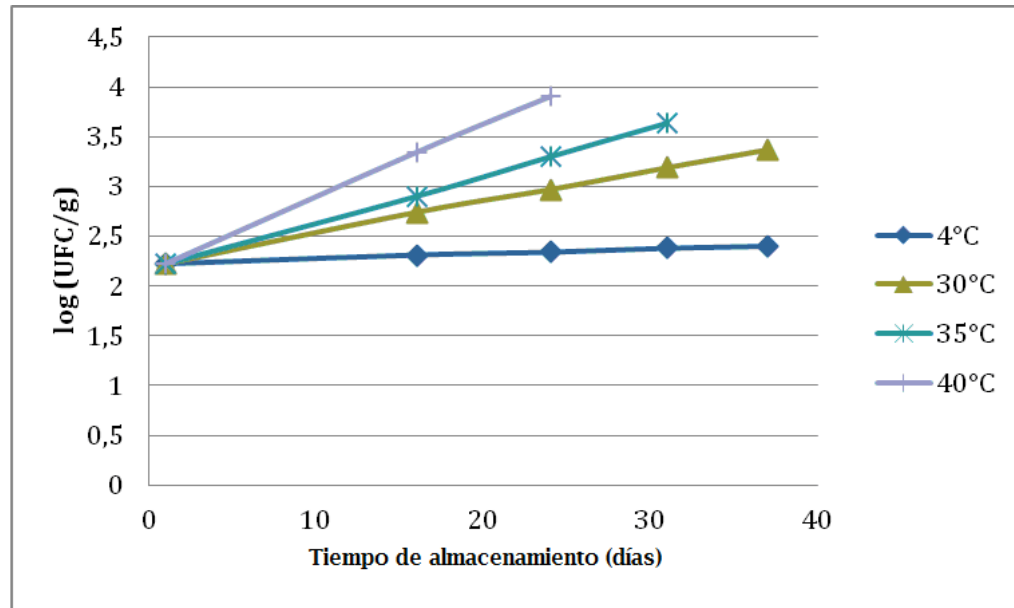
Se puede observar, que el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc preservó mejor la coloración de las muestras manzana-pera, mientras que el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, preservó mejor la coloración de las muestras de fresa a las temperaturas de almacenamiento de 35°C y 40°C, pero no a las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 30°C. Esto se debe a que el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, tiene aditivos UV y un mayor calibre, los cuales tienen un efecto directo estabilizando la foto-oxidación del producto y por lo tanto evitando el deterioro del color. (Wagner, 2010)

**9. Seguimiento microbiológico de las muestras analizadas.** En la ++++++ continuación, se presentan los cambios microbiológicos en términos del recuento de mohos y levaduras y del recuento total de aerobios mesófilos de las muestras almacenadas a diferentes temperaturas, en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

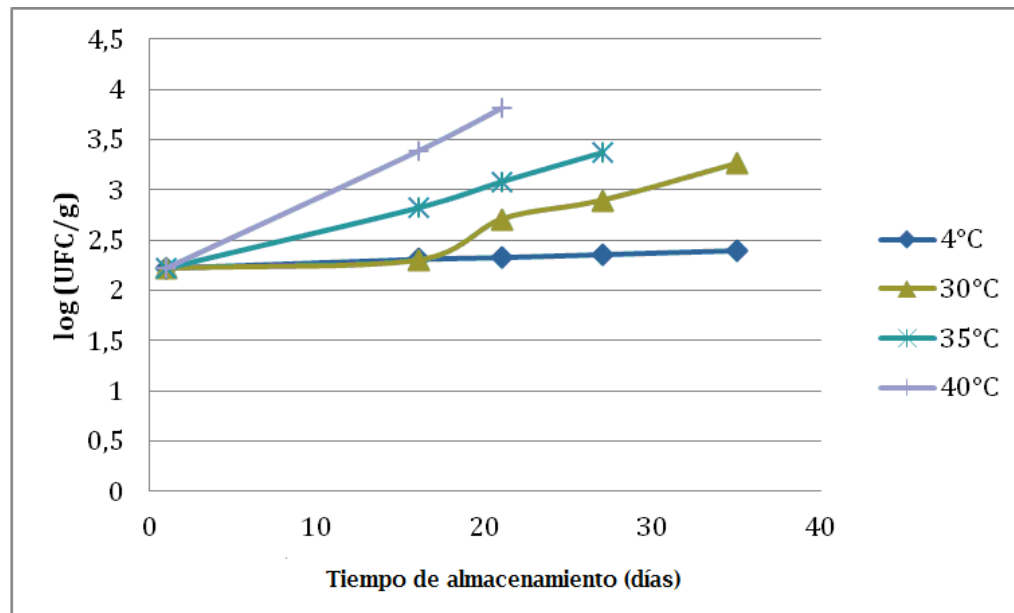
**Cuadro No. 74.** Resultados microbiológicos. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

Almacenamiento (Días)	Aerobios mesófilos (UFC/g)				Mohos y levaduras (UFC/g)			
	4°C	30°C	35°C	40°C	4°C	30°C	35°C	40°C
1	2.22	2.22	2.22	2.22	0.9	0.9	0.9	0.9
16	2.31	2.74	2.9	3.34	1.34	1.81	1.95	2.11
24	2.34	2.97	3.3	3.9	1.80	2.44	2.78	3.92
31	2.38	3.19	3.64		2.09	2.92	3.46	
37	2.4	3.37			2.4	3.36		

**Gráfica No. 31.** Cambio del recuento total de aerobios mesófilos totales durante el almacenamiento a tres temperaturas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



**Gráfica No. 32.** Cambio del recuento de mohos y levaduras totales durante el almacenamiento a tres temperaturas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



En las gráficas 31 y 32, se puede observar la cantidad de microorganismos reportado como el logaritmo de las unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de las gomitas, contra el tiempo de almacenamiento en días a las diferentes temperaturas. La cantidad de aerobios mesófilos, mohos y

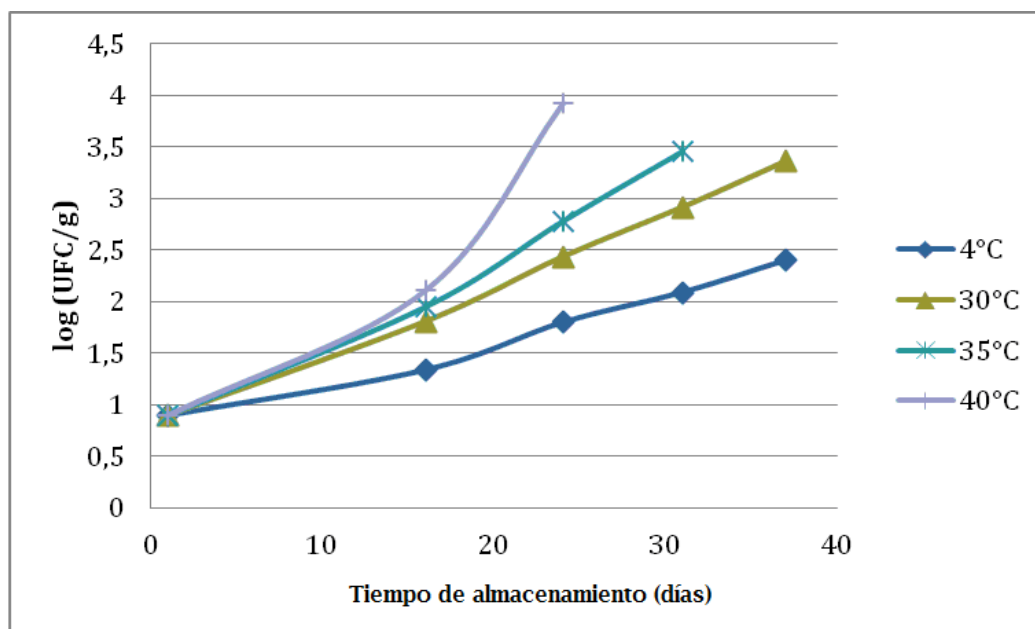
levaduras, aumentó a lo largo del almacenamiento y también se puede observar que a mayor temperatura hubo un mayor crecimiento de microorganismos.

En el cuadro siguiente, se presentan los cambios microbiológicos en términos del recuento de mohos y levaduras y del recuento total de aerobios mesófilos de las muestras almacenadas a diferentes temperaturas, en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

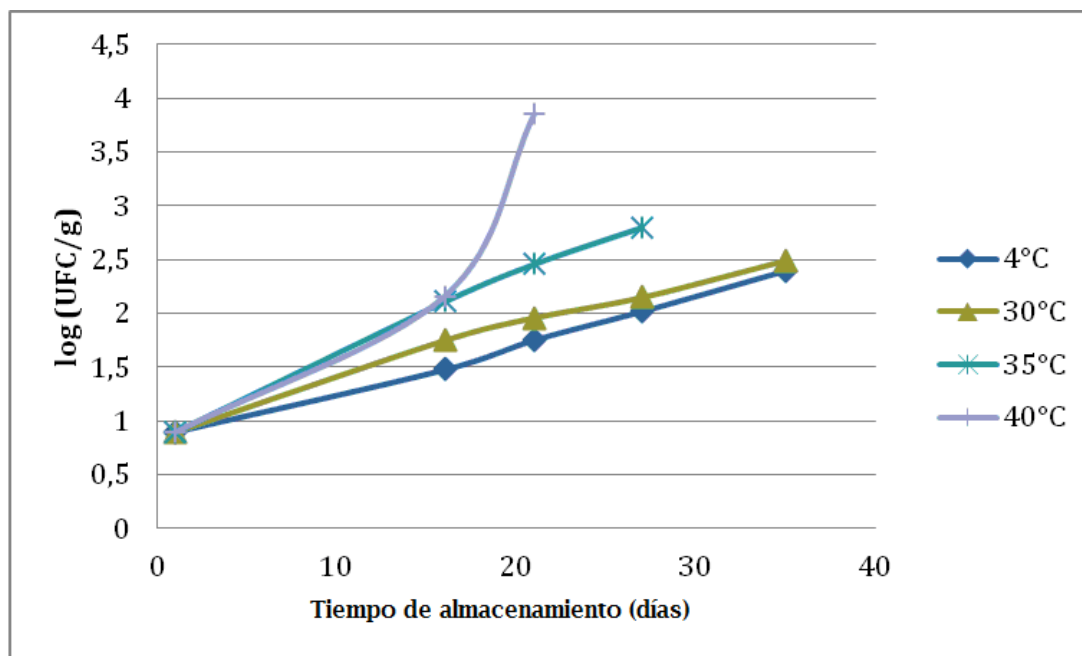
**Cuadro No. 75.** Resultados microbiológicos. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

Almacenamiento (Días)	Aerobios mesófilos (log UFC/g)				Mohos y levaduras (log UFC/g)			
	4°C	30°C	35°C	40°C	4°C	30°C	35°C	40°C
1	2.22	2.22	2.22	2.22	0.9	0.9	0.9	0.9
16	2.31	2.3	2.82	3.39	1.48	1.75	2.11	2.16
24	2.33	2.71	3.08	3.82	1.76	1.96	2.46	3.85
27	2.36	2.90	3.37		2.02	2.15	2.8	
31	2.4	3.26			2.4	2.49		

**Gráfica No. 33.** Cambio del recuento total de aerobios mesófilos totales durante el almacenamiento a tres temperaturas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



**Gráfica No. 34.** Cambio del recuento de mohos y levaduras totales durante el almacenamiento a tres temperaturas y el control. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



En las gráficas 33 y 34, se puede observar la cantidad de microorganismos reportado como el logaritmo de las unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de las gomitas contra el tiempo de almacenamiento en días a las diferentes temperaturas.

Al igual que en las gráficas 31 y 32, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, en las gráficas 33 y 34 se puede observar que la cantidad de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, aumentó a lo largo del almacenamiento y también se puede observar que a mayor temperatura hubo un mayor crecimiento de microorganismos. Sin embargo, para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, a la temperatura de almacenamiento de 40°C, se pudo observar un mayor crecimiento de microorganismos, que no sigue el comportamiento lineal que se observó para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc y para las demás temperaturas de almacenamiento del empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

El crecimiento de microorganismos fue el que delimitó el final de la vida de anaquel de las muestras, ya que se observó el crecimiento de mohos en la superficie de las gomitas. En ambos empaques se obtuvo el crecimiento de microorganismos, pero el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, logró retardar el crecimiento de los mismos.

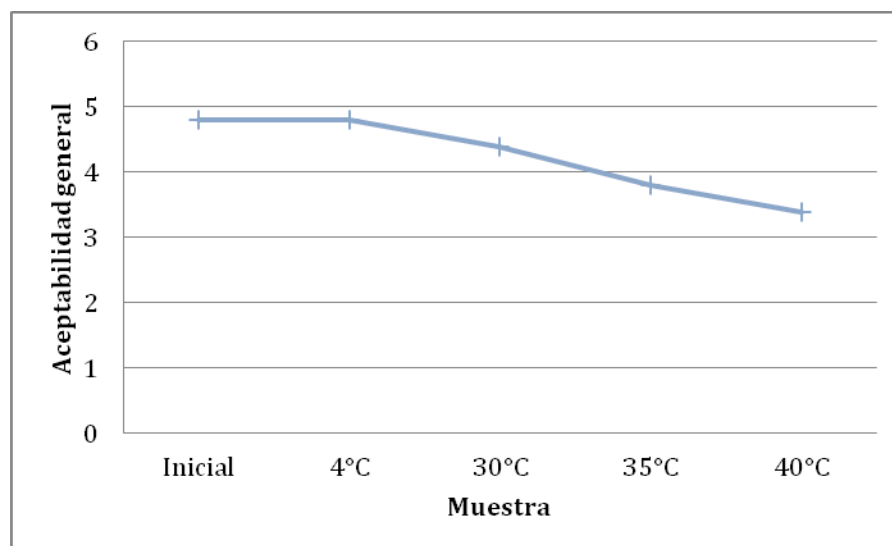
Con respecto a la norma técnica Ecuatoriana NTE INEM 2 217:200 para productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, y turrone, el límite máximo para el recuento de mohos y

levaduras fue de  $1.0 \times 10^3$  UFC/g (3 log UFC/g) y para aerobios mesófilos fue de  $1.0 \times 10^5$  UFC/g (5 log UFC/g) como se observa en el perfil microbiológico del producto en Cuadro No. 13

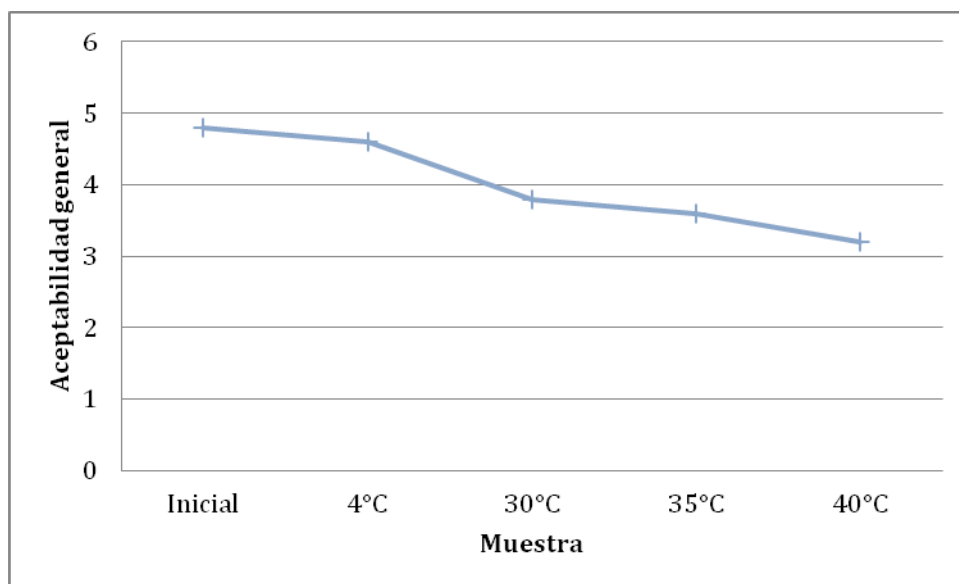
Inicialmente, se tuvo un valor inicial de  $8 \times 10^0$  UFC/g (0.90 log CFU/g) de mohos y levaduras y  $1.67 \times 10^2$  UFC/g (2.22 log CFU/g) de aerobios mesófilos totales. Para los dos empaques, no se llegó al límite permitido de aerobios mesófilos totales. Sin embargo, en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc para el recuento total de mohos y levaduras, se llegó al límite al final de la vida de anaquel para las temperaturas de almacenamiento de 30°C, 35°C y 40°C con valores de 3.36, 3.46 y 3.92 log UFC/g, respectivamente. Para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, únicamente se llegó al límite en la muestra almacenada a 40°C con un valor de 3.85. Sin embargo, aunque para las otras muestras no se haya llegado al límite máximo permitido, las muestras tenían moho en la superficie, por lo que su calidad no era aceptable. Además, el crecimiento de microorganismos se presentó antes en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc que en el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

**10. Seguimiento sensorial de las muestras analizadas.** En las siguientes gráficas, se presentan los cambios sensoriales, en términos de aceptabilidad general de las muestras almacenadas, para los dos empaques.

**Gráfica No.35.** Cambio de la aceptabilidad general del producto con respecto a la temperatura de almacenamiento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



**Gráfica No.36.** Cambio de la aceptabilidad general del producto con respecto a la temperatura de almacenamiento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



Sensorialmente, se encontró el mismo comportamiento para los dos empaques, como se observa en las gráficas No. 35 y 36, en donde la aceptabilidad general empezó con un valor promedio de 4.8 y se redujo con respecto a las temperaturas de almacenamiento. Por lo que las muestras almacenadas a 40°C tuvieron menor aceptabilidad en ambos empaques. No obstante, el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, preservó mejor las características sensoriales que el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, ya que los valores promedio para las cuatro muestras, fueron un poco más altos. Es importante recalcar, que la aceptabilidad general del producto, no fue un factor significativo para la determinación de la vida de anaquel del producto, ya que en ninguna de las muestras se obtuvieron valores menores a 3, indicando que el producto ya no era aceptable sensorialmente.

**11. Análisis de varianza.** Se analizó la influencia de los factores de temperatura y del empaque sobre los parámetros físicoquímicos evaluados: actividad de agua, pegajosidad, textura y color, los cuales se observan en el Anexo No.43. El análisis de parámetros microbiológicos evaluados: recuento total de aerobios mesófilos y de mohos y levaduras se observan en el Anexo No.44 y el análisis de la influencia de la temperatura y el empaque sobre cambios sensoriales con respecto a la aceptabilidad en general del producto, se presentan en el anexo No.10. Estos análisis se realizaron a través del análisis de varianza ANOVA.

**Actividad de agua:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la actividad de agua a un nivel de confianza del 95%.

**Dureza:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la dureza de las gomitas a un nivel de confianza del 95%.

**Pegajosidad:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la actividad de agua a un nivel de confianza del 95%.

**Valor L\* gomita de fresa:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el valor de luminosidad (L\*) de la gomita de fresa a un nivel de confianza del 95%.

**Valor a\* gomita de fresa:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el valor a\* de la gomita de fresa a un nivel de confianza del 95%.

**Valor b\* gomita de fresa:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el valor b\* de la gomita de fresa a un nivel de confianza del 95%.

**Valor L\* gomita de manzana-pera:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el valor de luminosidad (L\*) de la gomita de manzana-pera a un nivel de confianza del 95%.

**Valor a\* gomita de manzana-pera:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el valor de a\* de la gomita de manzana-pera a un nivel de confianza del 95%.

**Valor b\* gomita de manzana pera:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el valor de b\* de la gomita de manzana-pera a un nivel de confianza del 95%.

**Crecimiento de mohos y levaduras:** Para el crecimiento de mohos y levaduras, no se encontró que el empaque, la temperatura de almacenamiento o que la interacción temperatura-empaque, tuvieron un efecto estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95%.

**Crecimiento de aerobios mesófilos:** Para el crecimiento de aerobios mesófilos, no se encontró que el empaque, la temperatura de almacenamiento o que la interacción temperatura-empaque, tuvieron un efecto estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95%.

**Aceptabilidad general de las gomitas:** Se encontró que el empaque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la aceptabilidad de las gomitas a un nivel de confianza del 95%.

El análisis de varianza reportado en los anexos 43, 44 y 45, evidencian el efecto significativo del empaque sobre las características fisicoquímicas evaluadas y sobre la aceptabilidad general de las gomitas a un nivel de confianza del 95%. Sin embargo para el crecimiento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos, no se encontró que el empaque, la temperatura de almacenamiento o que la interacción temperatura-empaque, tuvieron un efecto estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95%.

**12. Determinación del modelo de Arrhenius.** Los cambios en los factores ambientales, afectan directamente la calidad de los alimentos, por lo que se utilizan los principios de la cinética química para obtener la relación del deterioro del alimento con respecto a los cambios de temperatura. (Romero, 2008)

Para la determinación del modelo de Arrhenius, se determinó la pendiente de cada uno los cambios del crecimiento de mohos y lavaduras con respecto al tiempo, ya que este fue el factor que influyó en la vida de anaquel. Se le aplicó el logaritmo natural a cada pendiente (k) y se obtuvo el inverso de las temperaturas en Kelvin, para obtener la Gráfica No.29 para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc y la gráfica No.31 para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc. Con esto se obtuvo la energía de activación y se pudo calcular el tiempo de vida de anaquel, como se observa a continuación.

A continuación en el cuadro, se presentan las ecuaciones de las curvas del crecimiento de mohos y levaduras para las gomitas en función al tiempo de almacenamiento para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

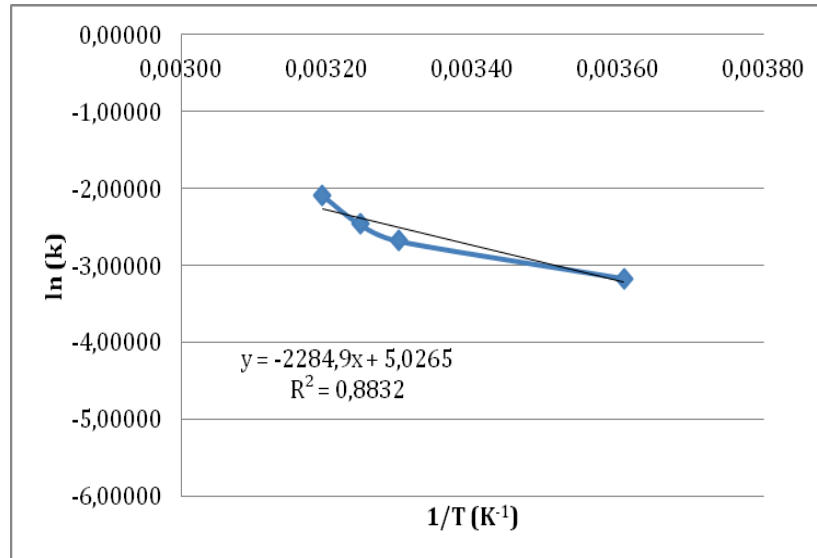
**Cuadro No. 76.** Ecuaciones de las curvas de crecimiento de mohos y levaduras para las gomitas en función del tiempo del almacenamiento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

Temperatura (°C)	R <sup>2</sup>	Ecuaciones
4	0.9961	Log (UFC/g)=0.0422t+0.7865
30	0.9385	Log (UFC/g)=0.0687t+0.787
35	0.9954	Log (UFC/g)=0.0853t+0.738
40	0.9997	Log (UFC/g)=0.1248t+0.6043

**Cuadro No. 77.** Pendiente del crecimiento de mohos y levaduras y el logaritmo natural de la pendiente.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

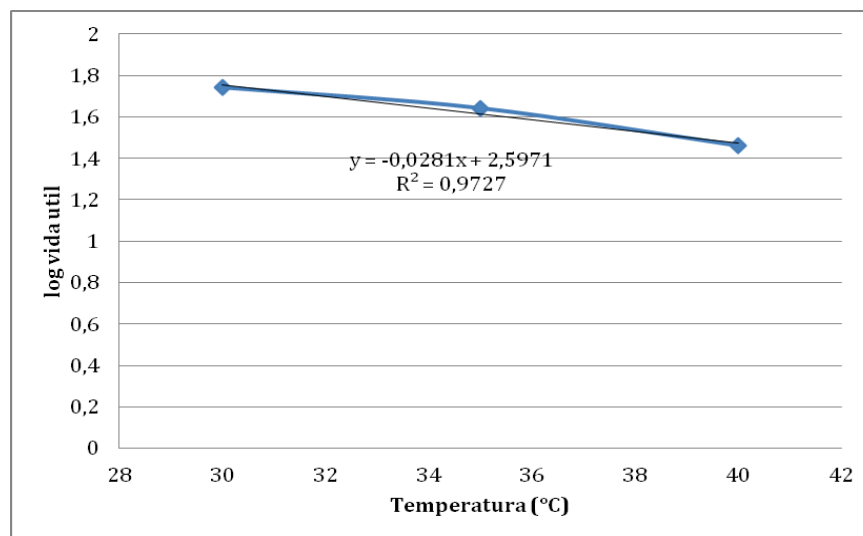
Temperatura (°C)	Temperatura (K)	1/T (K-1)	k (pendiente)	ln (k)
4	277.15	0.00361	0.04216	-3.16628
30	303.15	0.00330	0.06869	-2.67815
35	308.15	0.00325	0.08526	-2.46205
40	313.15	0.00319	0.12480	-2.08104

**Gráfica No. 37.** Gráfico de vida de anaquel, Ln(k) vs. 1/T (K-1). Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

El valor de la energía de activación, que se determinó en la gráfica No.37 para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, fue de -2,284.9 J/mol.

**Gráfica No.38.** Gráfico del log de vida útil en función a las temperaturas de almacenamiento (°C).

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.



Con respecto a la norma técnica Ecuatoriana NTE INEM 2 217:200 para productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, y turrone, se determinó el valor máximo permitido para el recuento de mohos y levaduras es de  $1.0 \times 10^3$  UFC/g (3 log (UFC/g)). Con este valor y las ecuaciones que se muestran en la tabla No. 76, se estimó el valor puntual de la vida útil de las gomitas, para las temperaturas de almacenamiento de 30, 35 y 40°C.

Se graficó el logaritmo de la vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 30, 35 y 40°C como se observa en la Gráfica No.38. De esta gráfica, se obtuvo la regresión lineal, con la que se estimó la vida útil de las gomitas a 21°C de 101 días. Se trabajó con la norma ecuatoriana, ya que fue la única que se encontró que tuviera límites establecidos para el recuento total de mohos y levaduras para productos de confitería.

**Cuadro No. 78.** Ecuaciones de las curvas de crecimiento de mohos y levaduras para las gomitas en función del tiempo del almacenamiento. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

Temperatura (°C)	R2	Ecuaciones
4	0.9965	$\text{Log (UFC/g)} = 0.0443t + 0.8254$
30	0.9965	$\text{Log (UFC/g)} = 0.0464t + 0.9218$
35	0.9947	$\text{Log (UFC/g)} = 0.0746t + 0.8607$
40	0.8726	$\text{Log (UFC/g)} = 0.1328t + 0.6283$

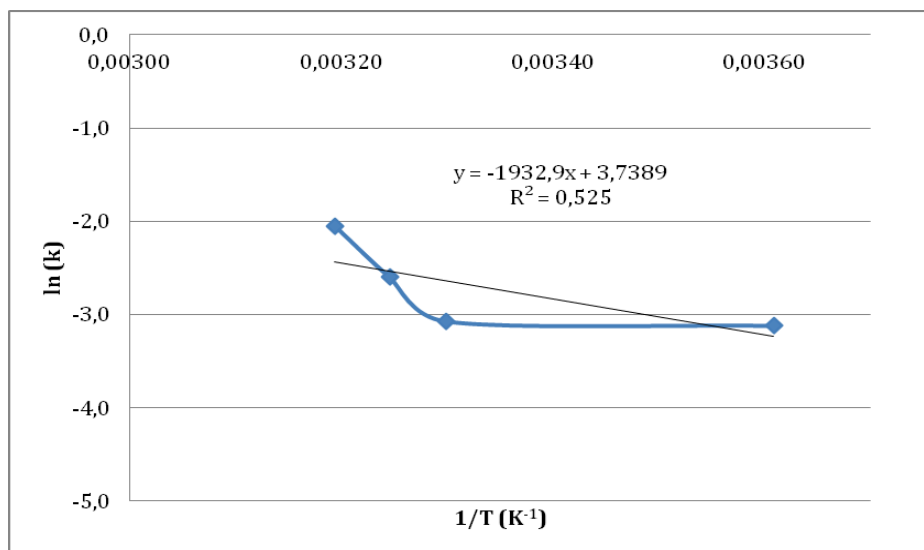
**Cuadro No.79.** Pendiente del crecimiento mohos y levaduras y del logaritmo natural de la pendiente.

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

Temperatura (°C)	Temperatura (K)	1/T	K (pendiente)	ln (k)
4	277.15	0.00361	0.04430	-3.11677
30	303.15	0.00330	0.04641	-3.07024
35	308.15	0.00325	0.07426	-2.60018
40	313.15	0.00319	0.12850	-2.05183

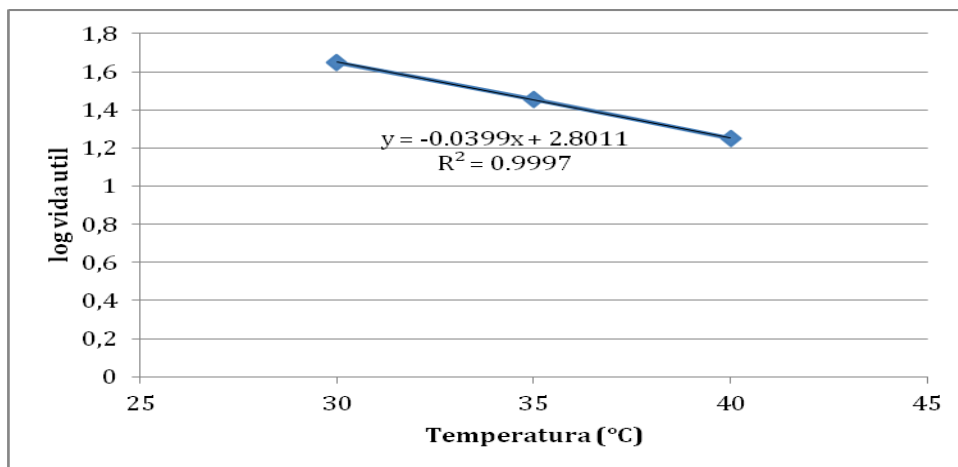
**Gráfica No.39.** Gráfico de vida de anaquel, Ln(k) vs. 1/T (K-1).

Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



El valor de la energía de activación, que se determinó en la gráfica No.39 para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, fue de -1932.9 J/mol.

**Gráfica No.40.** Gráfico del log de vida útil en función a las temperaturas de almacenamiento (°C).  
Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.



Con respecto a la norma técnica Ecuatoriana NTE INEM 2 217:200 para productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, y turrone, se determinó el valor máximo permitido para el recuento de mohos y levaduras es de  $1.0 \times 10^3$  UFC/g (3 log (UFC/g)). Con este valor y las ecuaciones que se muestran en el Cuadro No. 78, se estimó el valor puntual de la vida útil de las gomitas, para las temperaturas de almacenamiento de 30, 35 y 40°C.

Se graficó el logaritmo de la vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 30, 35 y 40°C como se observa en la Gráfica No.40. De esta gráfica, se obtuvo la regresión lineal, con la que se estimó la vida útil de las gomitas a 21°C de 91 días.

**Cuadro No. 80.** Tiempo de vida de anaquel para los dos empaques utilizando el modelo de Arrhenius

	Tiempo a 21°C (días)
<b>Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc</b>	101
<b>Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc</b>	91

Como se mencionó anteriormente, en la sección A. Elección del empaque, el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, tiene aditivos UV, los cuales ayudaron a proteger al producto de la

luz UV y a estabilizar el calor, ayudando a prolongar la vida de anaquel del producto. Asimismo, tiene un mayor calibre, por lo que al ser más grueso presentó una mejor protección al producto. Esto se pudo observar por medio de la determinación de la vida de anaquel del producto utilizando el modelo de Arrhenius, en donde el producto almacenado en este empaque, presentó una mayor vida de anaquel que en el empaque de poliéster/polietileno con calibre de 79 mc. Con respecto al gramaje, este se debe tomar en cuenta, ya que influye en el rendimiento, el cual está directamente relacionado con el costo, por lo que también se debe tomar en cuenta este factor al elegir un empaque. Por último, el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc, tiene las dimensiones y la capacidad adecuada para la porción del producto. Por lo tanto, como se pudo observar, el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc presentó varios beneficios sobre el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc, siendo un empaque más adecuado para este producto.

Una vez finalizado el análisis de vida de anaquel, se realizaron los diferentes análisis para la determinación de proteína, vitaminas y minerales, tanto al final de la vida de anaquel como al inicio de esta. Para esto se necesitó hacer dos diferentes determinaciones en diferentes formulaciones, para poder determinar si el producto estaba aportando la cantidad establecida con anterioridad. Obteniendo los siguientes resultados:

**13. Primera determinación de vitaminas, minerales y proteína.** En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos en la determinación de vitaminas, minerales y proteína de las gomitas funcionales tanto al inicio como al final de su vida de anaquel.

**Cuadro No. 81.** Promedio de vitaminas, minerales y proteína en 50 gramos de muestra

Vitamina/ mineral/ proteína	Cantidad inicial	Cantidad al final de la vida útil
Vitamina C	17.98 mg $\pm$ 0.002	3.89 mg $\pm$ 0.002
Vitamina B12	121.6 $\mu$ g $\pm$ 0.0001	91.2 $\mu$ g $\pm$ 0.0002
Ácido Fólico	34934.3 $\mu$ g $\pm$ 0.002	18963.6 $\mu$ g $\pm$ 0.002
Hierro	0.365 mg $\pm$ 0.002	0.198 mg $\pm$ 0.001
Zinc	0.163 mg $\pm$ 0.004	0.113 mg $\pm$ 0.002
Proteína	8.14 g $\pm$ 0.002	8.09 g $\pm$ 0.004

Los análisis de las diferentes vitaminas, minerales y proteína en las gomitas funcionales se realizó con el fin de poder determinar si la metodología que se utilizó era la adecuada para la respectiva determinación de cada uno de ellos, así mismo poder conocer la cantidad de cada uno de ellos que estaba

aportando la gomita funcional en una porción de 50 gramos, así como la degradación que sufren después de la vida útil de las gomitas.

La determinación de vitamina C se llevó a cabo por medio del método oficial #967.21 determinación de Ácido Ascórbico descrito por la AOAC. El cuadro No.81 muestra el promedio de vitamina C obtenido en una porción al inicio de la vida útil del producto, que fue de 16.98 miligramos. La cantidad diaria recomendada para un niño de 7 a 12 años de edad es de 43 mg, y con el producto se quiere aportar un 30% de ese requerimiento, lo cual equivale a una cantidad de 17.2 miligramos por día.

Comparando el resultado obtenido con el aporte que se le quiere dar de vitamina C a las gomitas funcionales, se puede decir que no hubo una variación realmente significativa entre ambos valores, por lo que el producto está aportando el 30% que son los 16.98 miligramos de ese 100% de vitamina que se necesita diariamente para que organismo cumpla adecuadamente con sus funciones biológicas que es de 43 miligramos.

El Cuadro No.81 muestra el promedio de vitamina C obtenido en una porción al final de la vida útil de las gomitas funcionales, que fue de 3.89 miligramos. Por lo que se puede observar que hubo una pérdida del 76% de la vitamina durante el transcurso de la vida de anaquel del producto, confirmándose así que hubo una degradación de la misma. Debido a su estructura química, la vitamina C es muy sensible a la degradación, siendo algunos factores como: el pH, la concentración de oxígeno, las enzimas, los catalizadores metálicos, los que influyen en los mecanismos degradativos. Pero la principal causa de pérdida es por medio de la lixiviación por tratamiento térmico, pero esta causa queda descartada ya que la vitamina C se incorporó al producto encapsulada después del respectivo proceso térmico.

Por lo que la pérdida de vitamina C se debe a una degradación anaerobia de la misma, debido a que las gomitas estuvieron empaçadas al vacío en un empaque de poliéster transparente/polietileno de baja densidad. Aunque la degradación de la vitamina C en condiciones anaerobias esta mucho menos investigada que la aerobia, se ha descrito que este tipo de degradación puede dar como resultado la formación de Furfural y Dióxido de Carbono, la presencia de algunos carbohidratos pueden estimular la producción de Furfural/Dioxido de Carbono en dichas condiciones.

Siendo así se puede decir que los carbohidratos que constituyen las gomitas funcionales dieron un aporte para propiciar la degradación de la vitamina C.

La determinación de vitamina B12 se llevó a cabo por medio del método HPLC. La gráfica No. 50 (Ver anexo 56) muestra la curva de calibración que se utilizó para la determinación de la vitamina. El cuadro No.81 muestra el promedio de vitamina B12 obtenido en una porción al inicio de la vida útil del producto, que fue de 121.6 microgramos. La cantidad diaria recomendada para un niño de 7 a 12 años de

edad es de 1.58 microgramos y con el producto se quiere aportar un 30% de ese requerimiento, lo cual equivale a una cantidad de 0.553 microgramos por día.

Comparando el resultado obtenido con el aporte que se le quiere dar de vitamina B12 a las gomitas funcionales, se puede decir que hay una variación realmente significativa entre ambos valores, ya que la cantidad obtenida supera el 30% e incluso el 100% de la cantidad de vitamina que se necesita diariamente para que el organismo cumpla adecuadamente con sus respectivas funciones biológicas que son 0.553 microgramos y 1.58 microgramos.

El Cuadro No.81 muestra el contenido de vitamina B12 obtenido en una porción al final de la vida útil de las gomitas funcionales, que fue de 91.2 microgramos. Por lo que se puede observar que hubo una pérdida del 25% de la vitamina durante el transcurso de la vida de anaquel del producto, confirmándose así que hubo una degradación de la misma. Pero sin llegar a degradarse a la cantidad total requerida diariamente o al aporte del 30% que se desea cubrir con el producto.

Debido a su estructura química con un átomo de cobalto central, la vitamina B12 depende mucho del pH y es generalmente estable al calor cuando está a un pH ácido. Pero es inestable bajo la exposición de luz y agentes reductores. Algo muy importante a tomar en cuenta es que la vitamina C puede propiciar su degradación por lo que es importante tener un adecuado manejo de estas especialmente cuando se incorporan juntas. Cabe mencionar que el 70% de esta vitamina se destruye en calor y debido a que el producto no estuvo expuesto al calor se tuvo muy poca pérdida de esta, atribuyendo la pérdida a la exposición de luz que tuvo el producto ya empacado durante la evaluación de la vida útil.

La determinación de Ácido Fólico conocido también como vitamina B9 se llevó a cabo por medio del método HPLC. La Gráfica No.51 (ver Anexo 56) muestra la curva de calibración que se utilizó para la determinación de la vitamina.

El Cuadro No.81 muestra el promedio de Ácido Fólico obtenido en una porción al inicio de la vida útil del producto, que fue de 34934.3 microgramos, equivalente a 34.94 miligramos. La cantidad diaria recomendada para un niño de 7 a 12 años de edad es de 276 microgramos y con el producto se quiere aportar un 30% de ese requerimiento, lo cual equivale a una cantidad de 69 microgramos por día.

Comparando el resultado obtenido con el aporte que se le quiere dar de Ácido fólico a las gomitas funcionales, se puede decir que hay una variación realmente significativa entre ambos valores, ya que la cantidad obtenida supera no solo el 30% sino que incluso el 100% de la cantidad de Folato que se necesita diariamente para que el organismo cumpla adecuadamente con sus respectivas funciones biológicas que son 69 microgramos y 276 microgramos.

Este resultado puede atribuirse un contenido alto de Ácido Fólico al jugo de fruta utilizado para la elaboración de las gomitas funcionales, ya que se desconoce el aporte de Ácido Fólico que proporciona la fruta.

El Cuadro No. 81 muestra el contenido de Ácido Fólico obtenido en una porción al final de la vida útil de las gomitas funcionales, que fue de 18963.6 microgramos, equivalente a 18.96 miligramos. Por lo que se puede observar que hubo una pérdida del 46% de la vitamina durante el transcurso de la vida de anaquel del producto, confirmándose así que hubo una degradación de la misma. Pero sin llegar a degradarse a la cantidad total requerida diariamente o al aporte del 30% que se desea cubrir con el producto.

Las pérdidas de Ácido Fólico no están definidas precisamente al calor, ya que depende de los casos, pueden atribuirse pérdidas en conservación a temperatura ambiente y durante la cocción, sin embargo debido a que los Folatos son muy sensibles a la luz se le atribuye a esta como la principal causa de degradación. Estudios han demostrado que existen pérdidas del alrededor del 30% o más cuando está expuesto a la luz. Por lo que se determinó que el 46% de pérdida de la vitamina que se tuvo se atribuye a la luz que recibió el producto durante el estudio de la vida útil ya que durante la elaboración de las gomitas funcionales no se expuso a la vitamina al calor.

La determinación de Hierro se llevó a cabo por medio del método de Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama. La Gráfica No.52 (ver Anexo 56) muestra la curva de calibración que se utilizó para la determinación del mineral.

El Cuadro No.81 muestra el promedio de Hierro obtenido en una porción al inicio de la vida útil del producto, que fue de 0.365 miligramos. La cantidad diaria recomendada para un niño de 7 a 12 años de edad es de 26.9 miligramos y con el producto se quiere aportar un 30% de ese requerimiento, lo cual equivale a una cantidad de 8.07 miligramos por día.

Comparando el resultado obtenido con el aporte que se le quiere dar de Hierro a las gomitas funcionales, se puede decir que hay una variación realmente significativa entre ambos valores, ya que la cantidad obtenida está muy por debajo del 30% que es de 8.07 miligramos que se quiere aportar del mineral que se necesita diariamente para que el organismo cumpla adecuadamente con sus respectivas funciones biológicas.

El Cuadro No.81 muestra el contenido de Hierro obtenido en una porción al final de la vida útil de las gomitas funcionales, que fue de 0.198 miligramos. Por lo que se puede observar que hubo una pérdida del 45% del mineral durante el transcurso de la vida de anaquel del producto, confirmándose así que hubo una degradación del mismo.

Los minerales son menos susceptibles a perderse que las vitaminas. La pérdida de minerales puede deberse principalmente por lixiviación o al pelado y troceado de los alimentos, inclusive al calor pero sin tener pérdidas realmente significativas ya que este es muy estable a la exposición del mismo. En el caso de las gomitas la pérdida de Hierro puede atribuirse a la humedad presente en las gomitas y a la exposición de la luz que tuvo durante el estudio de la vida útil del producto ya que el mineral es sensible a estos. Es importante mencionar que tanto el Hierro como la vitamina C en el producto se encontraban encapsulados por separado para evitar que la vitamina C volviera mucho más soluble al mineral y se produjera así una degradación mucho más rápida.

La determinación de Zinc al igual que el Hierro se llevó a cabo por medio del método de Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama. La Gráfica No.53 (ver Anexo 56) muestra la curva de calibración que se utilizó para la determinación del mineral.

El Cuadro No.81 muestra el promedio de Zinc obtenido en una porción al inicio de la vida útil del producto, que fue de 0.163 miligramos. La cantidad diaria recomendada para un niño de 7 a 12 años de edad es de 11.22 miligramos y con el producto se quiere aportar un 30% de ese requerimiento, lo cual equivale a una cantidad de 3.927 miligramos por día.

Comparando el resultado obtenido con el aporte que se le quiere dar de Zinc a las gomitas funcionales, se puede decir que hay una variación realmente significativa entre ambos valores, ya que la cantidad obtenida está muy por debajo del 30% que es 3.927 miligramos que se quiere aportar del mineral que se necesita diariamente para que el organismo cumpla adecuadamente con sus respectivas funciones biológicas.

El Cuadro No.81 muestra el contenido de Zinc obtenido en una porción al final de la vida útil de las gomitas funcionales, que fue de 0.113 miligramos. Por lo que se puede observar que hubo una pérdida del 30% del mineral durante el transcurso de la vida de anaquel del producto, confirmándose así que hubo una degradación del mismo.

Los minerales son menos susceptibles a perderse que las vitaminas. La pérdida de minerales puede deberse principalmente por lixiviación, inclusive al calor ya que este es muy inestable a la exposición del mismo, pero muy estable en la presencia de humedad. En el caso de las gomitas la pérdida del 30% de Zinc puede atribuirse a la exposición de la luz que tuvo durante el estudio de la vida útil del producto ya que el mineral es sensible a esta, debido a que el mineral se incorporó al producto después del proceso terminó por lo que este no tuvo exposición al mismo.

La determinación de proteína se llevó a cabo por medio del método de Kjeldahl descrito por la AOAC.

El Cuadro No. 81 muestra el promedio de proteína total obtenido en una porción al inicio de la vida útil del producto, que fue de 8.14 gramos. La cantidad diaria recomendada para un niño de 7 a 12 años de edad es de aproximadamente 50 gramos y con el producto se quiere aportar un 38% de ese requerimiento, lo cual equivale a una cantidad de 3 gramos de proteína que es absorbida nutricionalmente por día, por lo que con el producto se está aportando 3.09 g al inicio de la vida útil del producto.

Comparando el resultado obtenido con el aporte que se le quiere dar de proteína a las gomas funcionales, se puede decir que no hay una variación realmente significativa entre ambos valores, ya que la cantidad obtenida cubre el 38% que se quiere aportar de proteína, que se necesita diariamente para que el organismo tenga la energía adecuada que necesita para su buen funcionamiento.

El Cuadro No.81 muestra el contenido de proteína total obtenido en una porción al final de la vida útil de las gomas funcionales, que fue de 8.09 gramos y de 3.06 g de proteína absorbida nutricionalmente. Por lo que se puede observar que hubo una pérdida no significativa del 1% de la proteína durante el transcurso de la vida de anaquel del producto, la cual puede atribuirse a una pérdida durante el pesaje y elaboración de las gomas.

**14. Segunda determinación de vitaminas y minerales.** En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en la determinación de vitaminas y minerales de las gomas funcionales al inicio de la vida de anaquel con el respectivo aumento de concentración (ver anexo 59) que es más del 30% del requerimiento diario debido al alto porcentaje de pérdida que se tiene de estos al final de la vida de útil, para que así al final de la vida útil el producto logre aportar ese 30% del requerimiento diario que se estableció con anterioridad.

**Cuadro No.82.** Promedio de vitaminas y minerales en 15 gramos de muestra

<b>Vitamina/ Mineral</b>	<b>Cantidad inicial</b>
Vitamina B12	0.78 $\mu\text{g} \pm 0.0001$
Ácido Fólico	48.28 $\mu\text{g} \pm 0.0002$
Hierro	12 mg $\pm 0.002$
Zinc	6 mg $\pm 0.004$

Se llevó a cabo una segunda determinación de la vitamina B12, Ácido Fólico, Hierro y Zinc, para determinar si las gomas funcionales estaban dando el aporte vitamínico y de minerales que se había estipulado con anterioridad.

Tal como se puede observar en la tabla#3 la cantidad inicial que el producto aporta para hierro es de 12 mg y de zinc de 6 mg, comparando estos resultados con los que se esperaban de 11.7 mg para hierro con un aporte inicial del 75% y de 5.11 mg para zinc con un aporte inicial de 30% se determinó que no hubo una variación significativa entre los valores, por lo que las gomitas funcionales al inicio de su vida útil están aportando la cantidad establecida de minerales, con lo cual se espera que al final de su vida útil den el 30% de aporte nutricional diario.

El Cuadro No.82 se observa el valor determinado para vitamina B12, el cual fue de 0.78  $\mu\text{g}$ , se esperaba un valor aproximado de 0.69  $\mu\text{g}$  el cual representa un aporte inicial de 55%, teniendo una variación realmente significativa de un 15%. Para el ácido fólico se obtuvo un valor de 48.28 $\mu\text{g}$  y se esperaba un valor de 100.074  $\mu\text{g}$  habiendo una variación igualmente significativa de 52% entre ambos valores. Comparando los resultados obtenidos en la primera determinación con estos últimos valores, se puede ver que hubo una reducción realmente significativa del aporte vitamínico en el producto, sin embargo las gomitas funcionales no logran dar el aporte vitamínico ya establecido. Estos resultados son indicadores de la falta de homogeneidad que hay en el producto al momento de su elaboración.

También se pudo observar que hubo un cambio de las características físicas del producto, ya que al inicio se tenían colores vivos y frescos que hacían atractivo el producto, pero al finalizar la vida de anaquel se pudo notar que las gomitas funcionales presentaron un cambio en la coloración, ya que estas se oscurecieron debido al proceso de oxidación que sufrieron durante el transcurso del análisis de vida útil. Los cambios de coloración se pueden observar en los anexos de la vida de anaquel.

Un aspecto importante a considerar durante la determinación de vitaminas y minerales es que deben de tomarse muestras grandes, para este caso fueron de 50 y 15 gramos. Debido a que las cantidades por dosis muy bajas descritas en la AOAC en este caso hacen que se dé un aumento del error en los respectivos análisis

A continuación se presenta un rango para llevar a cabo futuras determinaciones de vitamina B12 y Ácido Fólico siguiendo la misma metodología ya descrita con anterioridad, el cual se encuentra dentro del mínimo y máximo aporte que las gomitas funcionales deben dar diariamente. Concentrando la muestra de vitamina B12 no a 100 mL sino a 10 mL.

**Cuadro No. 83.** Rango de la curva patrón para la determinación de vitamina B12 y ácido fólico

<b>Vitamina B12</b>	<b>Ácido Fólico</b>
(0.050-0.08) $\mu\text{g}/\text{mL}$	(9.0-11) $\mu\text{g}/\text{mL}$

## VII. CONCLUSIONES

### A. Módulo de formulación del producto

1. Se elaboró un producto tipo gomita fortificado con vitaminas y minerales, el cual aporta el 30 % de vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc de las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP por cada 15g de gomitas.
2. Se realizó una sobredosificación con un 76% vitamina C, 46% de ácido fólico y 45% de hierro, según las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP por cada 15g de gomitas. Para asegurar que durante toda la vida útil del producto se contara con el 30% o más de vitaminas y minerales.

76% de vitamina C, 25% de vitamina B12, 46% de ácido fólico, 45% de hierro y 30% de zinc de las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP por cada 15g.

3. El método de encapsulación por gelificación iónica, es una herramienta eficaz para microencapsular ácido fólico, hierro y zinc ya que permite proteger los micronutrientes reduciendo la interacción de estos con el exterior, dándoles estabilidad a pH ácidos de 3 a 5 y temperatura, reduciendo la velocidad de degradación de las mismas.
4. Se estandarizó el proceso de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, estableciendo los parámetros de grados Brix y pH del zumo de fruta y el producto final. Además se estableció una metodología de producción y equipo requerido para su industrialización. Además es un método que ayuda a eliminar el sabor residual a hierro. Según se muestra en el Diagrama No. 5.

5. Se determinó la mejor combinación de materias primas logrando un costo de materias primas de Q0.18 por porción de 15g de gomitas el cual es equivalente a un empaque.

## **B. Módulo análisis sensorial del producto**

1. Los grupos focales contribuyeron a mejorar el producto de gomitas de manzana-pera y fresa ya que con las descripciones que se realizaron del producto, se fue mejorando la formulación.
2. El grupo focal conformado por mamás aceptó el producto ya que mencionaron que si comprarían los productos elaborados y lo que más les había gustado de las gomitas es que éstas tienen vitaminas necesarias para los niños.
3. Los niños en la prueba de aceptabilidad presentaron una mayor tendencia a escoger las categorías de: “Me gustó” y “Me encantó” en los atributos de color, olor y apariencia, tanto en las gomitas de manzana-pera como en las gomitas de fresa.
4. Las gomitas de fresa y de manzana-pera poseen la misma aceptabilidad en atributos de color y sabor. En cambio en atributos de olor de la gomita de fresa, fue la que obtuvo mayor aceptabilidad. El sabor preferido para los niños fue la gomita de fresa.
5. Para la aceptabilidad del diseño del empaque se determinó que los colores que más les llamó la atención fueron: amarillo, azul y verde. El empaque que más les llamó la atención fue el que contenía colores combinados, con líneas. Los dibujos de animales que más les gustaron fueron: león, tigre, cocodrilo y jirafa.

### **C. Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales**

1. Se alcanzó el objetivo general del estudio. Éste se consolidó a través de la determinación de la cantidad de micronutrientes que estarían presentes en la gomita, lo cual dio inicio a los pasos y módulos subsecuentes del megaproyecto.
2. No se alcanzó el objetivo específico del presente módulo de megaproyecto, a través de la determinación del peso y la longitud, ya que las ratas presentaron un fuerte rechazo hacia el alimento por la cantidad de azúcar, lo cual afectó su ingesta y por tanto el resultado.
3. Se determinó la biodisponibilidad de los micronutrientes, a través de otros rasgos como la caída del cabello.
4. A pesar de las limitantes que se tuvo para realizar el bioensayo se considera que la gomita es una opción de golosina saludable. Se consolidó el estudio a través del estudio profundo de estudios de biodisponibilidad.

### **D. Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto**

1. La estimación de vida de anaquel es un proceso en el que es necesario la medición de varios parámetros. En el caso de las gomitas el que se utilizó como indicador fue el microbiológico.
2. El tiempo de vida de anaquel para las gomitas en los dos empaques se determinó a través del método cinético de Arrhenius. Para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc se obtuvo la estimación de la vida de anaquel de 101 días y para el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc se obtuvo la estimación de la vida de anaquel de 91 días.
3. Se determinó que el empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc provee mejores barreras contra el deterioro del producto, ya que tiene un

mayor calibre y aditivos UV, por lo que las muestras almacenadas en el mismo tuvieron una mayor vida de anaquel.

4. El análisis de varianza reportado, evidencia el efecto significativo del empaque sobre las características fisicoquímicas evaluadas y sobre la aceptabilidad general de las gomitas a un nivel de confianza del 95%, Sin embargo para el crecimiento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos, no se encontró que el empaque, la temperatura de almacenamiento o que la interacción temperatura-empaque, tuvieron un efecto estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95%.

#### **E. Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto**

1. Se logró establecer el montaje de una metodología adecuada, valida y reproducible para la determinación de proteína, vitamina B12, Ácido Fólico, Hierro y Zinc en las gomitas funcionales elaboradas.
2. Se determinó que la vitamina C presente en las gomitas funcionales al inicio de su vida útil cumplía con el 30% del requerimiento diario que se quiere aportar con el producto.
3. Se determinó que las vitaminas C, B12 y Ácido Fólico, así como los minerales Hierro y Zinc tuvieron una degradación al final de la vida de anaquel de 76%, 25%, 46%, 45% y 30%.
4. Las cantidades presentes en el producto de Hierro y Zinc en la determinación final no tuvieron una variación significativa respecto a los valores que se esperaban, por lo que las gomitas funcionales aportan diariamente la cantidad de minerales que se estableció con anterioridad.
5. Las cantidades presentes en el producto de vitamina B12 y Ácido Fólico durante la determinación final tuvieron una variación significativa respecto a

los valores que se esperaban, por lo que las gomitas funcionales aportan diariamente más de la cantidad de vitamina B12 que se estableció con anterioridad y una menor cantidad respecto a Ácido Fólico.

6. Se determinó que la cantidad de proteína presente al inicio de la vida útil del producto no tuvo una variación significativa respecto al valor obtenido al final de la vida útil.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

### **A. Módulo de formulación del producto**

1. Si se desea sustituir el azúcar total o parcial de las gomitas es necesario tomar en cuenta que se deben agregar agentes que ayuden a ligar agua y edulcorantes que lleguen al perfil de dulzor característico del producto original.
2. Se recomienda evaluar la velocidad de degradación de la vitamina c y B12, microencapsulada y sin microencapsular, para poder evaluar si el método de gelificación iónica disminuye la velocidad de degradación.
3. Se recomienda tomar en cuenta en investigaciones posteriores el costo de mano de obra e insumos como energía eléctrica, para tener un costo de producción real.

### **B. Módulo análisis sensorial del producto**

1. Cuando se realicen productos nuevos y mejoras en la formulación realizar grupos focales para determinar y conocer que la formulación posee características sensoriales agradables para los consumidores.
2. Al momento de querer determinar cuál debe ser el empaque ideal y como debe ser el diseño de éste, se recomienda realizar en los grupos focales preguntas acerca de esto para tener ideas y otros puntos de vista de cómo debería ser el empaque y el diseño.

3. Se recomienda que al momento de trabajar grupos focales con las mamás, se les entreguen cartas a ellas, en donde se les la importancia de esta actividad y se les indique su asistencia. Asimismo indicarle a la directora si en dado caso, alguna o algunas de ellas no llega, su apoyo para buscar dentro de la escuela o institución, alguien que las pueda sustituir.
4. Se recomienda que para las pruebas de aceptabilidad con niños de siete a doce años se realicen en grupos de la misma edad para establecer confianza y que haya un encargado por grupo, para establecer orden y control. Y a la vez es indispensable que se tenga ayuda para realizar estas pruebas, para esto se recomienda capacitarlos antes.
5. Es indispensable la utilización de las tarjetas lúdicas antes de realizar las pruebas de aceptabilidad dirigida a niños, por lo que se recomienda realizar una breve introducción por medio de éstas tarjetas para tener mejores resultados.
6. Para el desarrollo de nuevos productos es indispensable las pruebas de aceptabilidad, por lo que se recomienda realizar dichas pruebas con el mercado objetivo para tener resultados confiables.
7. Se recomienda realizar la prueba de preferencia para conocer que producto se debe producir en mayor cantidad.
8. Para implementar un diseño de empaque para gomitas y para un segmento de mercado conformado por niños de siete a doce años, se recomienda que el empaque sea transparente con un diseño de color amarillo, azul y verde porque son los colores que más les llama la atención, que los colores estén combinados y además que éste contenga dibujos animados.

9. Se recomienda que se de refacción al finalizar cada actividad para agradecerles la participación y el tiempo que brindaron en realizar las evaluaciones sensoriales y hacer mención de la refacción al iniciar la actividad o cuando se esté reclutando personas para que sea más fácil la participación y lo realicen de una mejor manera.

### **C. Módulo de determinación del requerimiento de vitaminas y minerales**

1. Para proponer el presente alimento fortificado, tipo gomita para un uso en humanos, es indispensable realizar previamente un ensayo clínico en personas con las características propuestas en el presente estudio, es decir una población infantil entre 7 y 12 años de la ciudad de Guatemala, con un nivel socioeconómico bajo.
2. Una vez que se ha realizado un ensayo clínico en humanos y que ha sido autorizado el uso del presente alimento para el consumo en personas es fundamental recomendar que el consumo del mismo sea esporádico, es decir solo en ocasiones especiales.
3. Se recomienda buscar otros vehículos de micronutrientes y que no contengan azúcar añadida.
4. Se debe declarar en el empaque y en la publicidad que este es un alimento que aporta beneficios extras, tales como: vitaminas y minerales, sin embargo que su consumo debe ser controlado por los padres.
5. Se recomienda colocar en la publicidad y en los empaques que se aconseja no sobrepasar los 15 gramos de gomita contenidos en el empaque, para evitar intoxicación por micronutrientes.

6. Se recomienda cambiar el azúcar blanca, por morena al momento de realizar el producto final, todo ello con el fin de preservar las vitaminas y minerales naturales del azúcar.
7. Se recomienda evaluar otros métodos, tales como los microbiológicos, para determinación de la biodisponibilidad de micronutrientes. Todo ello con el fin de reducir: costos y el uso o experimentación animal.

#### **D. Módulo de estudio de vida de anaquel y determinación del empaque del producto**

1. Debido a que el factor limitante de la vida de anaquel de las gomitas, fue el crecimiento microbiológico, se recomienda reducir la actividad de agua de las gomitas para que la misma limite el crecimiento microbiano y para que el producto sea más estable.
2. Se recomienda el uso de un colorímetro para la medición más exacta de los cambios de color en la vida de anaquel.
3. Se recomienda realizar el análisis sensorial una vez por semana como mínimo, para observar el deterioro de las características sensoriales paralelamente con el deterioro microbiológico y fisicoquímico.
4. Se recomienda utilizar moldes al elaborar las gomitas, ya que la falta de uniformidad en el espesor de las mismas afectó la medición de la textura y pegajosidad.
5. Se recomienda realizar la medición de la vitamina C para determinar el deterioro de las vitaminas y minerales con respecto a la vida de anaquel.

## **E. Módulo de determinación de vitaminas, minerales y proteínas del producto**

1. Ya que hay pérdidas considerables de vitaminas y minerales se recomienda ir evaluando la degradación que van sufriendo estos en el transcurso de la vida útil del producto.
2. Se recomienda realizar los análisis de las muestras en triplicado.
3. Se recomienda preparar las soluciones utilizadas para la determinación de vitamina C el mismo día que se realizara la determinación, ya que estas son muy inestables y dificultan la cuantificación
4. Se recomienda realizar una sobredosificación de los micronutrientes en el producto, para que al final de la vida útil se logre mantener el 30% del requerimiento total diario que se quiere cubrir de vitaminas y minerales.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- 3M. (2003). *Guías de interpretación petrifilm*. Retrieved 2014 йил 22 -09 from [http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm\\_guias.pdf](http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm_guias.pdf)
- Ahmed, L. (2012). The impact of delactosed whey permeate treatment on shelf-life and antioxidant contents of strawberries. *International Journal of Food Science and Technology*, 1430-1438.
- Alzamora, S. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. Retrieved 2014 йил Abril from Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO): <http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s02.htm>
- Argüello, M., & Solís, L. (2011). Impacto de la fortificación de alimentos con ácido fólico en los defectos del tubo neural. *Panama Salud Publica*, 1-6.
- ATAGO CO, LTD. (n.d.). *Quick Manual PAL Refractometer*. From ATAGO: [http://www.atago.net/quickmanual/images/quick\\_manual\\_pal\\_en.pdf](http://www.atago.net/quickmanual/images/quick_manual_pal_en.pdf)
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos* (4a edición ed.). Mexico: Pearson Educación.
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos* (5ta ed.). México: Pearson Education.
- Baldizón, A. (2010). *Fortificación de harina de maíz nixtamalizada con vitaminas A y C*.
- Ball, G. (2006). *Vitamins in Foods: Analysis, Bioavailability and Stability*. Boca Raton: CRC Press.
- Barbosa-Canovas, G. (2007). *Water Activity in Foods, Fundamentals and Applications*. EE.UU.: IFT Press & Blackwell Publishing.

- Barra, J. S. (2009). *Desarrollo de Snacks en Base a Zanahoria (Daucus carota L.) Variedad Ábaco Deshidratada Osmóticamente para Consumidores infantiles*. Universidad de Chile, Chile.
- Bermudez, O., & Palma, P. (2008). Consumo de Alimentos y Patrones Dietéticos de la Población de Guatemala. Guatemala: Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCA).
- Botet, M., & Garcia, C. &. (2009). Validacion de método analítico para el control de la calidad de vitamina B12-10000 inyeccion. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152009000400006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152009000400006)
- Brookfield Engineering Laboratories, Inc. (2013). *Brookfield Engineering*. Retrieved 2014 йил 4- octubre from Brookfield CT3, Texture Analyzer Operating Instructions: <http://www.brookfieldengineering.com/download/files/CT3manual.pdf>
- BUCHI. (2013). *Masso Analítica S.A.* Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de masso.com: <http://www.masso.com/es/buchi/spray-drying-encapsulacion/encapsulador>
- Carpenter, R. (2000). *Análisis sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de Alimentos*. Acribia, España.
- Carrillo, M. (2003). *Fortificación con Hierro de una Galleta Nutritiva, Evaluación de su Valor Nutricional y Aceptabilidad en Mujeres Embarazadas*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.
- Chen. (2013). Association between psychiatric disorders and iron deficiency anemia among children and adolescents: a nationwide population-based study. *BMC Psychiatry* , 161.
- Chica, B., & Osorio, S. (2003). Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado . Colombia : Univerisdad Nacional de Colombia.

Clydesdale, F. M. (2009). Color as a factor in food choice. (U. d. Massachusetts, Ed.) *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 83-101.

CODEX. (1987). Principios generales para la adición de nutrientes esenciales a los alimentos. 4. Recuperado el Marzo de 2014, de Codex Alimentarius: <http://www.codexalimentarius.org>

CODEX ALIMENTARIUS. (2009). NORMA DEL CODEX PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS (CODEX STAN 296-2009) .

Colón Álvarez, J. (2012). *Situación nutricional y riesgos de inseguridad alimentaria en niños de áreas rurales y urbanas de la República de Guatemala*. Tesis, Guatemala.

Colon, J. (2012). (F. d. Universidad de San Carlos de Guatemala, Ed.) From Situación nutricional y riesgos de inseguridad alimentaria en niños en áreas rurales y urbanas de la República de Guatemala: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_8844.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_8844.pdf)

Cuatzo Lozano, M. I. (2010). *Efecto de las condiciones de proceso en la conservación de alimentos encapsulados por el método de gelificación iónica*. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, DF.

Dartico, Refrigeración industrial. (2013). Túneles de enfriamiento.

Decagon Devices, Inc. (2000). Water Activity meter- operator's manual, series 3. *Aqua Lab*. Obtenido de 1. .Water activity meter- operator's manual, Series 3. Decagon Devices, Inc.

Decker, K. J. (2011). *Candy Bars You Can Feel Good About*. From Universidad Texas A&M: <http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Food%20Product%20Design/Healthy%20Candy%20Bars.pdf>

Delgado, H., & Palmierie, M. (2011). *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo*. From Análisis situacional de la malnutrición en Guatemala: sus causas y abordaje: [http://www.pnud.org.gt/data/publicacion/cuaderno\\_malnu\\_final.pdf](http://www.pnud.org.gt/data/publicacion/cuaderno_malnu_final.pdf)

Deutsch, M., & Weeks, P. (2005). Association Official Anility, Vitamins.

Domene, S. e. (2002). Validación de Metodología para Análisis Sensorial con pre-escolares. *Rev Ci Med*(11), 131-8.

Donis, E. (2013). Encapsulación de Compuestos de Ajo (*Allium sativum*) para la liberación controlada de componentes antimicrobianos en Atmosferas con alta humedad relativa. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.

Donis, E. D. (2013). *Encapsulación de Compuestos de Ajo (Allium sativum) para la Liberación Controlada de Componentes Antimicrobianos en Atmósferas con Alta Humedad Relativa*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

Dukalska, L. (2011). Influence of Active Packaging on the Shelf Life of Apple-Black Currant Marmalade Candies. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 56, 511-519.

FAO. (1992). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s10.htm>

FAO. (2000). Problemas de alimentación y nutrición. *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares*. Roma.

FAO. (2010). *Análisis de Vitaminas en Alimentos*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/AH833S19.htm>

- Flores-Mercado, J. (2012). Aplicación de un modelo cinético para estudiar el efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la evaluación sensorial en trozos cúbicos de mango congelado. *Revista de Salud Publica y Nutricion*(Edicion 2 ).
- Fontana, A. (2010). Water activity for confectionary quality and shelf life. 2010. EE.UU.: Decagon Devices, Inc.
- Galvao, T. (2013). Zinc supplementation for treating diarrhea in children: a systematic review and meta-analysis. *Rev Panama Salud Publica*(33), 370-377.
- García Casal, M. N. (2007). La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 20(2), 108-114.
- García Ceja, A., & López Malo, A. (2012). Biopolímeros utilizados en la encapsulación. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(1), 84-97.
- García, Y. e. (2010). Grado de preferencia de galletas elaboradas en la provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2(8), 28-33.
- GENMIC. (2013). *Microbiología Industrial*. From <http://www.unavarra.es/genmic/micind-2-4.htm>
- Gobierno de Guatemala . (2012). Retrieved 2014 йил 26-abril from Plan “Hambre Cero” 2012-2016:  
<https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/files/PLAN%20HAMBRE%20CERO%202012-2016%5B1%5D.pdf>
- Han, J. H. (2005). *Innovations inf Food Packaging*. EE.UU. : Elsevier Academic Press
- Hanna Instruments . (2004). Obtenido de Manual de Instrucciones pHmetros:  
[www.hannainst.es/catalogo/fichas/m\\_8915.pdf](http://www.hannainst.es/catalogo/fichas/m_8915.pdf)

- Herrera, A., Mancías, D., Soto, M., & Palma, J. (2010). Desarrollo de formulaciones de productos de confitería de bajo aporte calórico utilizando polihídricos como edulcorantes. *Universidad de Guanajuato*, 701-720.
- Herrera, C. (2003). *Química de Alimentos*. Costa Rica.: Editorial de la Universidad de Costa Rica Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Hough, G. (2010). *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products*. Boca Raton : CRC Press
- Ibáñez, F., & Barcina, Y. (2001). *Análisis Sensorial de Alimentos Métodos y Aplicaciones*. Barcelona, Springer, España.
- INCAP. (2012). Metas nutricionales para Guatemala. *Documento base para la revisión de las guías alimentarias*.
- Industria Alimentaria. (2012). Industria de la confitería en América Latina. *Industria Alimenticia*(12), 12-18.
- Industria Alimenticia. (Noviembre de 2000). Alimentos Fortificados. *Revista Industria Alimenticia*, 54-57.
- Industria Alimenticia. (2011). CONFITERIA Y SNACKS. *Industria Alimenticia*, 36-40.
- Intertecnia, S.A. (2013). Marmitas industriales. *Manufacturas Mecánicas*.
- Intralox. (10 de Octubre de 2014). *Intralox*. Obtenido de <http://www.intralox.com/modular-plastic-beltting.aspx>
- Itepac. (2013). *Ingeniería de procesos y envasado*. Obtenido de <http://www.itepac.com/es/maquinaria-de-ensado/dosificadoras-automaticas/dosificadora-automatica-de-liquidos-y-cremas-it-lg-inox/>

- Kaszab, T. (2010 ). *Food texture profile analysis by compression test*. Budapest , Hungría : Universidad de Budapest .
- Koh, T., & Thamara, B. (1995). Fluorimetría. Association Official Anility, Minerals.
- Lawless, H., & Heymann, H. (1999). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York.
- Leiva, O. (2011). *Estudio sobre la desnutricion en Guatemala*. From [http://sitios.usac.edu.gt/ipn\\_usac/wp-content/uploads/2012/09/ESTUDIO-SOBRE-LA-DESNUTRICI%C3%93N-EN-GUATEMALA](http://sitios.usac.edu.gt/ipn_usac/wp-content/uploads/2012/09/ESTUDIO-SOBRE-LA-DESNUTRICI%C3%93N-EN-GUATEMALA)
- Liria, M. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Lima.
- Lopera, S. (2009). Desarrollo y caracterización de macropartículas de ácido fólico formadas por secado por aspersión, utilizando goma arábiga y maltodextrina como materiales de pared. *Revista de la facultad química farmaceutica*, 16(1), 55-65.
- López Córdoba, A. F. (2012). *Desarrollo de un sistema de encapsulación de compuestos para la protección de extractos antioxidantes de yerba mate*. Tesis de grado, Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Luna Jiménez, A. (2006). Valor nutritivo de la proteína de soya. *Investigación y Ciencia*(36), 29-34.
- Lupo, B., & González Azón, C. (2012). Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencias y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 130-151.
- Malagón, D. (2007). *Estandarización y validación de formulaciones base para confitería en caramelos duros y blandos para la aplicación de agentes saborizantes en Disaromas S.A. .* Tesis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería en Alimentos, Bogotá, Colombia.

- Man, D. (2002). *Food Industry Briefing Series: Shelf life*. Londres: Blackwell Series Ltd.
- Marczenko, Z. (2006). Separation and Spectrophotometric Determination of Elements. Editorial Horwood.
- Marsh, K., & Bugusu, B. (2007 йил 2-Новiembre ). Food Packaging- Roles, Materials and Environmental Issues. *Journal of Food Science*, 72, 50-62.
- Menchú, M., Torún, B., & Elías, L. (2012). *Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP* (2ª ed.). Guatemala, Guatemala: Serviprensa, S.A.
- Mendoza, R. (2008). Nutrición infantil, rendimiento escolar y productividad. . *Revista UVG*, 17, 10-15.
- Mettler Toledo. (2014). Equipos y soluciones.
- Micronutrient Initiative . (2009). *Global Report. Investing in the Future. A united call to action on vitamin and mineral deficiencies*. . Micronutrient Initiative.
- Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social (MSPAS). (2012). *Encuesta Nacional de Micronutrientes 2009-2010*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
- Moran, E. (2013). Efecto del zinc sobre el crecimiento lineal en menores de cinco años de Latinoamérica. *Nutr HOsp*, 28(5), 1574-1579.
- Moskowitz, H. e. (2006). *Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development*. Estados Unidos: Blackwell Publishing.
- NutritionalData. (1 de Febrero de 2014). *My Recipes*. Obtenido de nutritional data: <http://nutritiondata.self.com/>

- Ocampo, A. (n.d.). *Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa Decafé, S. A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto*. Colombia : Universidad Nacional de Colombia .
- Orsi, F. (2000). Investigation of sensory properties of candy gum in the function of storage conditions. *Elelmiszervizgalati Kozlemenyek*, 46, 155-165.
- Ortiz, A., Albino, L., Mockeberg, F., & Serra, L. (2006). Desnutricion Infantil, salud y pobreza. *Nutriciñon Hospitalaria*, 21(4), 533-541.
- Parzanese, M. (2011). *Tecnologías para la Industria Alimentaria: Microencapsulación*. Argentina. Obtenido de [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/FICHA\\_20\\_Micro](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/FICHA_20_Micro)
- Paul, W. (2004). *Vitamin requirements and vitamin enrichment of foods*. Milton Roy Company St. Peterburg Florida.
- Phadungath, C. (2004). *Basic Measurement for Food Texture* . Tailandia : SRRU .
- Ramírez, J. S. (2012). 25. Ramírez, Juan Sebastián. 2012. *Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al Consumidor*. Universidad del Valle Sede Meléndez, Colombia.
- Ramirez-Navas, J. (2002). *Análisis Sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Rapaport, J. (2006). *Malnutricion*. España: HEGOA y Universidad del País Vasco.
- Robertson, G. (2006). *Food Packaging- Principles and Practice* (2da ed.). Boca Raton: CRC Press.

- Robertson, G. (2010). *Food Packaging and Shelf Life- A practical Guide*. Boca Raton: CRC Press.
- Robertson, G. (2013). *Food Packaging- Principles and Practice*. Boca Raton: CRC Press.
- Romero, F. (2008). *Estabilidad de vitaminas, vida comercial y bioaccesibilidad de folatos- hierro en formulas infantiles de continuación y crecimiento*. From <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/2114/1/RomeroBraquehais.pdf>
- Samminc. (2014). *sammic*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de [sammic.es: http://www.sammic.es/catalog-model/li-240](http://www.sammic.es/catalog-model/li-240)
- Sandoval, A., Rodríguez, E., & Ayala, A. (2004). Encapsulación de Aditivos para la Industria de Alimentos. *Ingeniería y Competitividad*, 5(2), 73-83.
- Schup, W., & Keck, E. (1990). Determination of Vitamins. Milton Roy Company.
- Sewald, W. D. (2010). *Food Product ShelfLife*. Medallion Laboratories Analytical Progress.
- Sherwin Williams. (n.d.). *Color Guide*. Retrieved 2014 йил 7-septiembre from <http://www.sherwin-williams.com/homeowners/color/color-selection-tools/colorguide/>
- Solpak. (2013). Empacadora Horizontal Invertida FPin.
- Tan, J., & Lim, M. (2008). Effects of gelatin type and concentration on the shelf-life stability and quality of marshmallows. *Tecnología de Alimentos*, 43, 1699-1704.
- Tran, T. (2013). Impact on Infants' Cognitive Development of Antenatal Exposure to Iron Deficiency Disorder and Common Mental Disorders. *PLOS ONE*, 74-76.
- TRIC, S.A. (2014). Fabricante de troquets. Guatemala.

- Turcios, Á., & Castañeda, B. (2010). *Desarrollo y evaluación de galletas fortificadas a base de másica (Brosimum alicastrum) para niños y niñas entre 6-13 años de la Escuela Lempira*. Universidad Agrícola Panamericana Honduras, Honduras.
- UNICEF. (2008). . Lineamientos estratégicos para la erradicación de la desnutrición crónica infantil en América Latina y el Caribe.
- UNICEF. (2011). *Protegiendo la nueva cosecha. Un análisis del costo de erradicar el hambre en Guatemala, 2012-2021*. Recuperado el 22 de Abril de 2014, de unicef.org.gt: [http://www.unicef.org.gt/1\\_recursos\\_unicefgua/publicaciones/contamos\\_4.pdf](http://www.unicef.org.gt/1_recursos_unicefgua/publicaciones/contamos_4.pdf)
- URL. (2005). *Estratificación socioeconómica y desigualdades en al Guatemala diversa*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Vandecasteele, C., & Block, C. (1993). En *In Modern Methods for Trace Element Determination*. (págs. 92-137; 138-167). Editorial Wiley & Sons.
- Vásquez, V. (2004). *Formulación y Aceptabilidad de Preparaciones Comestibles a Base de Moringa Oleífera*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Vicente, A. (2009). Envases Flexibles (spanish). *Industria Alimenticia*, 20(6), 34-37.
- Wagner, J. (2010). *Multilayer Flexible packaging: Technology and Applications For The Food, Personal Care and Over The Counter Pharmaceutical Industries*. Inglaterra: Elsevier.
- WHO y FAO. (2006). *Guidelines on Food Fortification with Micronutrients*.
- Yang, Y. (2011). Depressed hippocampal MEK/EPK phosphorylation correlates with impaired cognitive and synaptic function in zinc-deficient rats. *Nutritional Neuroscience*, 14(2), 45-51.

## X. ANEXOS

**Anexo 1.** Productos utilizados para el segundo grupo focal con estudiantes, gomitas de manzana-pera y fresa, de izquierda a derecha

**Ilustración No. 9.** Productos utilizados para el segundo grupo focal con estudiantes



**Anexo 2.** Guía para el grupo focal conformado por estudiantes de la Universidad Del Valle

Guía de discusión grupo focal

Gomitas de Fresa, Manzana-Pera, Comparación con GumyVit y Empaque

**1. Participantes**

Estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala que hayan pasado el curso de Análisis Sensorial de Alimentos, cuarto año y quinto año.

**2. Presentación**

Presentación de la moderadora, redactora y del objetivo del grupo focal.

Presentación de las muestras, del empaque y discusión.

**3. Presentación de los dos diferentes sabores de gomitas, fresa y manzana-pera:**

Analizaremos las muestras de izquierda a derecha: La de la izquierda será la de sabor a manzana-pera y la de la derecha sabor a fresa.

*Atributos de apariencia y olor*

**Manzana pera**

1. ¿El olor es agradable? ¿Por qué no?,
2. ¿Qué olor es el que perciben?
3. Del 1 al 5, ¿qué tanto les gusta el olor?
4. ¿Sienten el olor de la fruta?
5. ¿El color de las muestras es homogéneo?
6. ¿Qué valor le darían a la homogeneidad, de 1 a 5? El 1 representa que no tiene homogeneidad y el 5 que tiene homogeneidad totalmente.
7. ¿Qué color tiene las gomitas de manzana-pera? (**Cartilla de color**)
8. Del 1 al 5, ¿qué tanto les gusta el color de las gomitas? El 1 representa que no les gusta y el 5 que les gusta totalmente
9. ¿Les gusta cómo se ven las gomitas?, ¿Se les apetece?

**Fresa**

1. ¿El olor es agradable? ¿Por qué no?
2. ¿Qué olor es el que perciben?
3. Del 1 al 5 ¿qué tanto les gusta el olor?
4. ¿Sienten el olor de la fruta?
5. ¿El color de las muestras es homogéneo?
6. ¿Qué valor le darían a la homogeneidad, de 1 a 5? El 1 representa que no tiene homogeneidad y el 5 que tiene homogeneidad totalmente.
7. ¿Qué color tiene las gomitas de fresa? (**Cartilla de color**)
8. Del 1 al 5, ¿qué tanto les gusta el color de las gomitas? El 1 representa que no les gusta y el 5 que les gusta totalmente.
9. ¿Les gusta cómo se ven las gomitas?, ¿Se les apetece?

***Atributos de apariencia y olor***

1. Del 1 al 5 ¿Les gusta la forma de las gomitas? El 1 representa que no les gusta, el 3 que ni les gusta ni les disgusta y el 5 que les gusta totalmente
2. ¿Piensan que el tamaño es el adecuado para niños de 7-12 años?
3. En general piensan, que la apariencia y el olor, ¿está bien?
4. En atributos de apariencia, ¿cuál muestra prefieren? ¿Por qué?

***Atributos de textura*****Manzana-pera**

1. ¿Cómo sienten la textura, suave o dura?
2. Del 1 al 5, ¿les gusta la textura?
3. Del 1 al 5, ¿les gusta la sensación en la boca al masticar?,

**Fresa**

1. ¿Cómo sienten la textura, suave o dura?
2. Del 1 al 5, ¿les gusta la textura?
3. Del 1 al 5, ¿les gusta la sensación en la boca al masticar?,

***Atributos de textura en general***

1. En atributos de textura en la boca, ¿cuál muestra prefieren? ¿Por qué?

***Atributos de sabor*****Manzana-pera**

1. ¿Perciben un sabor amargo? ¿Perciben sabor dulce? ¿Perciben sabor ácido?
2. ¿Qué sabor perciben?
3. ¿Les queda un residuo después de masticar? Si dicen que sí, ¿les gusta? ¿Por qué no? ¿Les deja un sabor en específico?
4. ¿Se siente el sabor a manzana? Del 1 al 5, ¿qué tanto se percibe el sabor a manzana?,
5. Del 1 al 5, ¿les gusta el sabor? ¿Por qué no les gusta?

**Fresa**

1. ¿Perciben un sabor amargo? ¿Perciben sabor dulce? ¿Perciben sabor ácido?
2. ¿Qué sabor perciben?
3. ¿Les queda un residuo después de masticar? Si dicen que sí ¿les gusta? ¿Por qué no? ¿Les deja un sabor en específico?
4. ¿Se siente el sabor a fresa? Del 1 al 5, ¿qué tanto se percibe el sabor a fresa?
5. Del 1 al 5, ¿les gusta el sabor? ¿Por qué no les gusta?

***Atributos de sabor en general***

1. En atributos de sabor, ¿cuál muestra prefieren? ¿Por qué?

***Características generales:***

1. En general, ¿qué muestra prefieren? ¿Por qué?
2. ¿Por qué razones no comprarían la gomita de manzana-pera?
3. ¿Por qué razones no comprarían la gomita de fresa?

#### 4. Comparación de las esferas gelificadas con GumyVit

##### Color

1. Entre la gomita y entre la GumyVit y nuestro producto, ¿cuál tiene mayor intensidad de color?
2. ¿En qué muestra hay mayor homogeneidad en la gomita GumyVit o el de nuestro producto?
3. ¿Cuál de las dos muestras presenta mayor olor a fruta el de GumyVit o el de nuestro producto?
4. ¿Qué olor perciben en la GumyVit?

##### Sabor

1. ¿Se siente sabor a fruta en la GumyVit? ¿Qué tanto perciben el sabor a fruta, del 1 al 5?
2. Al finalizar de masticar, ¿les deja un residuo?
3. ¿En cuál producto se siente mayor sabor a fruta?
4. ¿Qué producto tiene mayor acidez, mayor sabor amargo, cuál es más dulce?
5. ¿Qué producto brinda mayor sabor natural?

##### Textura

1. Entre la GumyVit y nuestro producto, ¿cuál producto es más suave?

#### 5. Presentación de empaque

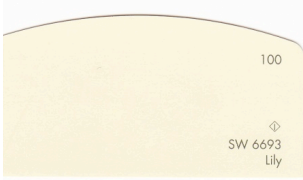

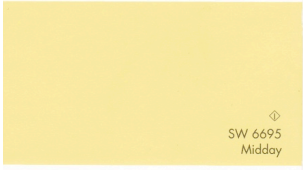
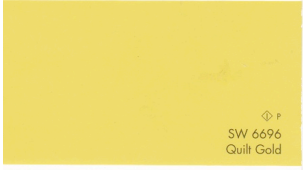



1. ¿Cómo debería ser un empaque para este producto?
2. ¿Qué cambios le harían al empaque de la GumyVit? ¿Le pondrían otro color? ¿Es llamativo?

##### Agradecimiento:

Al finalizar se les agradecerá y se les dará una pequeña refacción.








**Anexo 3.** Cartillas de color utilizadas para las gomitas de manzana-pera para los grupos focales y para la determinación de la vida de anaquel

**Ilustración No. 10.** Cartillas de color utilizadas para los grupos focales con estudiantes

	<b>1</b>	$L^* = 92.76$ $a^* = -3.64$ $b^* = 20.41$
	<b>2</b>	$L^* = 90.97$ $a^* = -4.71$ $b^* = 30.28$
	<b>3</b>	$L^* = 88.47$ $a^* = -4.30$ $b^* = 45.15$
	<b>4</b>	$L^* = 81.96$ $a^* = -3.60$ $b^* = 55.68$
	<b>5</b>	$L^* = 75.36$ $a^* = -2.22$ $b^* = 59.92$
	<b>6</b>	$L^* = 71.46$ $a^* = -1.69$ $b^* = 67.07$
	<b>7</b>	$L^* = 67.15$ $a^* = -0.61$ $b^* = 62.84$

**Anexo 4.** Cartillas de color utilizadas para las gomitas de fresa para los grupos focales y para la determinación de la vida de anaquel

**Ilustración No. 11.** Cartillas de color utilizadas para los grupos focales con estudiantes

 <p>50 SW 6343 Alluring White</p>	<b>1</b>	$L^* = 90.85$ $a^* = 1.79$ $b^* = 9.39$
 <p>SW 6344 Peach Fuzz</p>	<b>2</b>	$L^* = 85.41$ $a^* = 5.50$ $b^* = 14.72$
 <p>SW 6345 Sumptuous Peach</p>	<b>3</b>	$L^* = 79.13$ $a^* = 10.44$ $b^* = 22.38$
 <p>SW 6346 Fame Orange</p>	<b>4</b>	$L^* = 70.69$ $a^* = 19.02$ $b^* = 28.58$
 <p>SW 6347 Chrysanthemum</p>	<b>5</b>	$L^* = 60.18$ $a^* = 23.50$ $b^* = 31.88$
 <p>SW 6348 Reynard</p>	<b>6</b>	$L^* = 52.83$ $a^* = 26.32$ $b^* = 33.83$
 <p>SW 6349 Pennywise</p>	<b>7</b>	$L^* = 46.13$ $a^* = 26.72$ $b^* = 33.50$

**Anexo 5.** Carta a las madres de familia de la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío.

Guatemala, Guatemala 28 de Julio de 2014

Madres de Familia

Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío

Estimadas Madres de Familia:

El grupo de estudiantes de Megaproyecto de la Universidad del Valle De Guatemala, le saluda atentamente deseándole éxitos en sus labores. Dicho grupo le invita a participar a una reunión el día 4 de agosto del presente año en la Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío, para realizar una degustación de productos de confitería. Favor confirmar su asistencia y horario a más tardar el día 30 de julio del presente año. Agradecemos de antemano su colaboración.

-----  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre de la mamá participante

\_\_\_\_\_  
 Firma de la mamá

\_\_\_\_\_  
 Grado y sección donde estudia su hijo mayor en la escuela

Puedo asistir a las 8:30  10:30

Mi teléfono es \_\_\_\_\_

-----

**Favor entregar esta carta a la directora**

**Nota:** al finalizar la reunión está cordialmente invitado a una refacción

**Anexo 6.** Productos utilizados para el grupo focal con mamás, gomita de manzana-pera y de fresa, de izquierda a derecha

**Ilustración No. 12.** Productos utilizados para el grupo focal con mamás, niños y antes de la determinación del estudio de la vida de anaquel



**Anexo 7.** Empaques utilizados

**Ilustración No. 13.** Empaques utilizados para grupo focal con mamás y para el estudio de la vida de anaquel

El empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc se encuentra en la izquierda y el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc se encuentra en la derecha.



## Anexo 8. Guía para el grupo focal conformado por mamás

### Guía de discusión grupo focal Gomitas de Fresa, Manzana-Pera y Empaque

#### 1. Participantes

Estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala que hayan pasado el curso de Análisis Sensorial de Alimentos, cuarto año y quinto año.

#### 2. Presentación

Presentación de la moderadora, redactora y del objetivo del grupo focal.

Presentación de las muestras, del empaque y discusión.

#### 3. Presentación de los dos diferentes sabores de gomitas, fresa y manzana-pera:

Analizaremos las muestras de izquierda a derecha: La de la izquierda será la de sabor a manzana-pera y la de la derecha sabor a fresa.

#### *Atributos de apariencia*

1. ¿Qué olor es el que perciben en la gomita de manzana-pera? ¿En la gomita de fresa?
2. Del 1 al 5, ¿qué tanto les gusta el olor para la gomita de manzana-pera? El 1 representa no me gusta nada y el 5 me gusta totalmente. ¿Y la gomita de fresa?
3. ¿Sienten el olor de la fruta en la gomita de manzana-pera? ¿En la gomita de fresa?
4. ¿El color de las muestras es homogéneo?
5. ¿Qué color tiene las gomitas de manzana-pera? (**Cartilla de color**) ¿Y la de fresa?
6. Del 1 al 5, ¿qué tanto les gusta el color de las gomitas? El 1 representa que no les gusta y el 5 que les gusta totalmente
7. Del 1 al 5, ¿les gusta la forma de las gomitas?
8. ¿Piensan que el tamaño es el ideal para niños de 7-12 años?
9. En general piensan, ¿qué la apariencia, está bien?
10. En atributos de apariencia, ¿cuál muestra prefieren? ¿Por qué?

#### *Atributos de textura*

1. Del 1 al 5, ¿les gusta la textura de la gomita de manzana-pera?
2. ¿Les gusta la sensación de ésta en la boca al masticar?
3. Del 1 al 5, ¿les gusta la textura de la gomita de fresa?
4. ¿Les gusta la sensación de ésta en la boca al masticar?
5. En atributos de textura en la boca, ¿cuál muestra prefieren? ¿Por qué?

#### ***Atributos de sabor***

1. Manzana-pera
2. ¿Perciben un sabor amargo?
3. ¿Perciben sabor dulce?
4. ¿Perciben sabor ácido?
5. ¿Qué sabor perciben?
6. ¿Les queda un residuo después de masticar? Si dicen que sí, ¿les gusta? ¿Por qué no? ¿Les deja un sabor en específico?
7. ¿Se siente el sabor a manzana?
8. Del 1 al 5, ¿qué tanto se percibe el sabor a manzana?,
9. ¿Les gusta el sabor? ¿Por qué no les gusta?

#### **Fresa**

1. ¿Perciben un sabor amargo? ¿Perciben sabor dulce?, ¿Perciben sabor ácido?
2. ¿Qué sabor perciben?
3. ¿Se siente el sabor a fresa?, del 1 al 5, ¿qué tanto se percibe el sabor a fresa?, del 1 al 5, ¿les gusta el sabor? ¿Por qué no les gusta?
4. En atributos de sabor, ¿cuál muestra prefieren? ¿Por qué?

#### ***Características generales***

1. En general, ¿qué muestra prefieren? ¿Por qué?
2. ¿Por qué razones no comprarían la gomita de manzana-pera?
3. ¿Por qué razones no comprarían la gomita de fresa?

#### **4. Presentación de empaque**

1. ¿Qué piensan de este empaque?

2. ¿Qué le cambiarían?
3. ¿Qué piensan del tamaño?
4. ¿Cuál piensan que es mejor?

**Agradecimiento:**

Al finalizar se les agradecerá y se les dará una pequeña refacción.

**Anexo 9. Carta a la Escuela Oficial Urbana Mixta No. 108 Rubén Darío, donde se realizarán las evaluaciones**

Guatemala, Guatemala 25 de Julio de 2014

Sra. Directora  
Licda. Lilian Cifuentes de Motta  
Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío

Estimada Licda Cifuentes:

El grupo de Megaproyecto de la Universidad del Valle De Guatemala, le saluda atentamente deseándole éxitos en sus labores, dicho grupo está conformado por estudiantes de las carreras Ingeniería en Alimentos, Nutrición e Ingeniería Industrial, tiene como objetivo realizar un proyecto de investigación acerca de la encapsulación de vitaminas y minerales para niños utilizando un producto alimenticio, dirigido a niños en edad escolar, comprendidos entre los 7 y 12 años.


El estudio consiste en realizar evaluaciones sensoriales, que incluyen una degustación, con los niños en edad escolar para conocer si el producto elaborado es aceptado por ellos.

Para realizar este estudio tendremos que llevar el producto alimenticio para ofrecérselos a los niños para que puedan evaluarlo, al finalizar la evaluación les daremos una refacción a los que participen.


En ese sentido hemos elegido la escuela que usted acertadamente dirige, ya que reúne las condiciones para que podamos realizar dicho estudio, por lo que solicitamos su autorización para efectuarlo, en los días comprendidos entre 7, 8, 11, 12, 13, 14, 20 y 21 de agosto; además le informamos que necesitamos evaluar a 34 niños de cada grado (primero a sexto primaria). También le solicitamos con el apoyo de una maestra que esté presente el día de la evaluación.

Asimismo solicitamos su colaboración a efecto de poder realizar un grupo focal de 16 madres de familia para que ellas evalúen el mismo producto. Tanto a las mamás participantes como a las maestras de los grados y secciones elegidos se les dará una refacción para ellas.

En espera de su autorización suscribimos la presente atentamente,


  
Cízel Andrea Pérez Zea

  
María Fernanda Menchú


  
Andrea Padilla Zúñiga

  
Gabriela Mendoza

  
Alexandra Pellecer Aycinena

  
Otto Catalán
















  
Ana Alicia de Paz

  
Alba Lucia Castellanos del Cid



  
4-08-2014

**Anexo 10.** Boleta para validación de escala hedónica de caritas faciales

<input type="text"/>				
Boleta para Validación de escala hedónica de caritas faciales				
Muestra 1				
Con el dulce que acabas de probar, ¿dime cómo te sientes? Señalando la carita				
				
Está horrible	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Muestra 2				
Con el dulce que acabas de probar ¿dime cómo te sientes? Señalando la carita				
				
Está horrible	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Muestra 3				
Con el dulce que acabas de probar ¿dime cómo te sientes? Señalando la carita				
				
Está horrible	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó

**Anexo 11.** Guía para la validación de la escala hedónica de caritas faciales  
a niños y niñas de 7 a 9 años

**Guía para la validación de la escala hedónica de caritas faciales a niños y niñas de 7 a 9 años**

**1. Participantes**

Niños y niñas de 7-9 años, de la Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío en Chinautla, año 2014.

**2. Presentación**

Presentación de la moderadora y redactora.

**3. Introducción**

Antes que empecemos la entrevista, me gustaría agradecerte a ti por tu participación. Hoy me ayudarás a conocer tu opinión acerca de tres dulces que te daré. Y como premio a tu participación te daremos una sorpresa al finalizar la actividad.

**4. Presentación de las caritas faciales de la escala hedónica**

A cada participante se le preguntará:

Para ti ¿Qué significa esta carita? (se les preguntará la misma pregunta con las 5 diferentes caritas del intervalo de la escala hedónica).

**5. Presentación de cada dulce:**

Se les dará una muestra de cada dulce. Se les dirá: “Con el dulce que acabas de probar, ¿dime cómo te sientes? Señalando la carita”. Y colocarán en la boleta entregada la carita facial que representa el grado en que le gusta o disgusta cada una de las muestras entregadas.

El atributo se evaluará de 1 a 5. Donde el 1 representa: “está horrible”, “no me gustó”, “indiferente”, “me gustó”, “me encantó”.

**6. Agradecimiento:**

Al finalizar se les agradecerá y se les repartirá un premio (dulces).

**Anexo 12. Resultados sobre la validación de escala hedónica de caritas faciales en niños y niñas de 7-9 años**

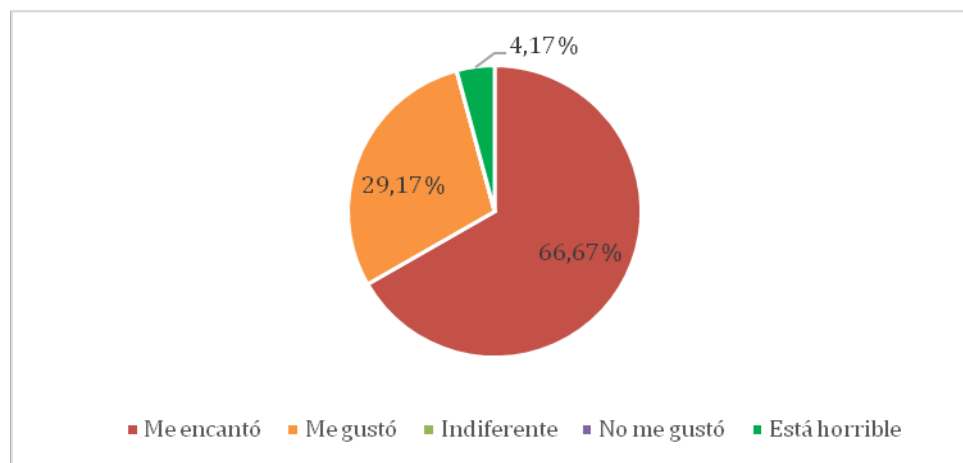
En la **primera fase** de la prueba de validación de escala hedónica de caritas faciales, como se había indicado, se les preguntó que significaba cada carita de la escala hedónica, por medio de las tarjetas lúdicas:

- Los niños y niñas de siete y ocho años pudieron contestar correctamente y sin ningún problema las caritas de: “Me encanta”, “Me gusta”, “Indiferente” y “No me gusta”. La carita “Está Horrible” la confundían con está enojada. Entonces en seguida se les puso un ejemplo: Si tú comes algo y haces esta carita, ¿Por qué lo haces? A lo cual respondieron: “Porque no me gustó”, “Porque está fea”. Y luego se les dijo: ¿Cómo hacen cuando no les gusta la comida? E hicieron el mismo gesto que la carita de “Está Horrible”. Entonces los niños en seguida entendieron el concepto.
- Los niños y niñas de nueve años pudieron contestar correctamente y sin ningún problema todas las caritas de la escala hedónica. Incluso cuando se les preguntó que significaba la carita de “Está Horrible”, respondieron: “Que no le gusta la comida”, sin tener que hacer ningún ejemplo para esta carita.

En la **segunda fase** de la prueba de validación, se les pasó tres muestras de dulces, como se indicó en la metodología y los resultados fueron los siguientes:

**Gráfica No. 41.** Prueba de validación para la muestra 1 (Dulces Classic Bears)

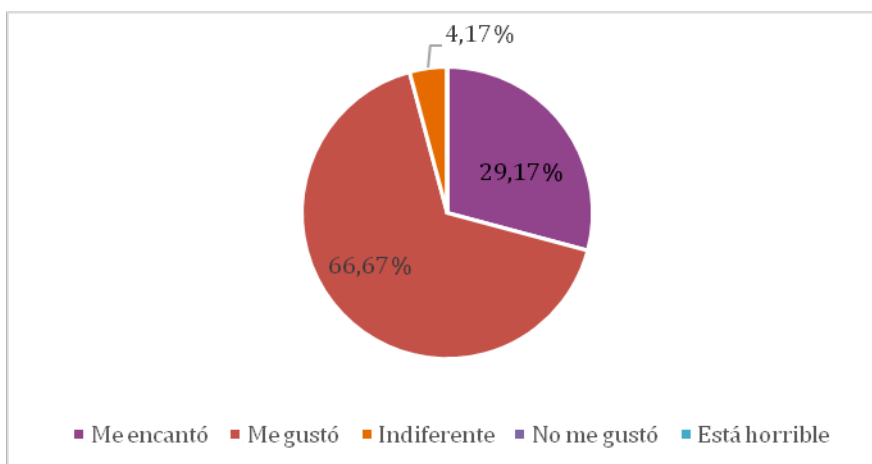
con niños de siete a nueve años.



La muestra 1 era el dulce más caro, Classic Bears, el 66.67% contestó “Me encantó”, el 29.17% contestó “Me gustó”, el 4.17% contestó “Está horrible”. Estos eran los resultados esperados, ya que como era el dulce más caro, se esperaba que la mayoría seleccionara entre “Me gustó” y “Me encantó”. Al finalizar la prueba para la muestra 1 se le preguntó a cada participante ¿Por qué marcaron con una X esa carita? Y sus respuestas tenían coherencia con lo seleccionado.

**Gráfica No. 42.** Prueba de validación para la muestra 2 (Arcor Frutal)

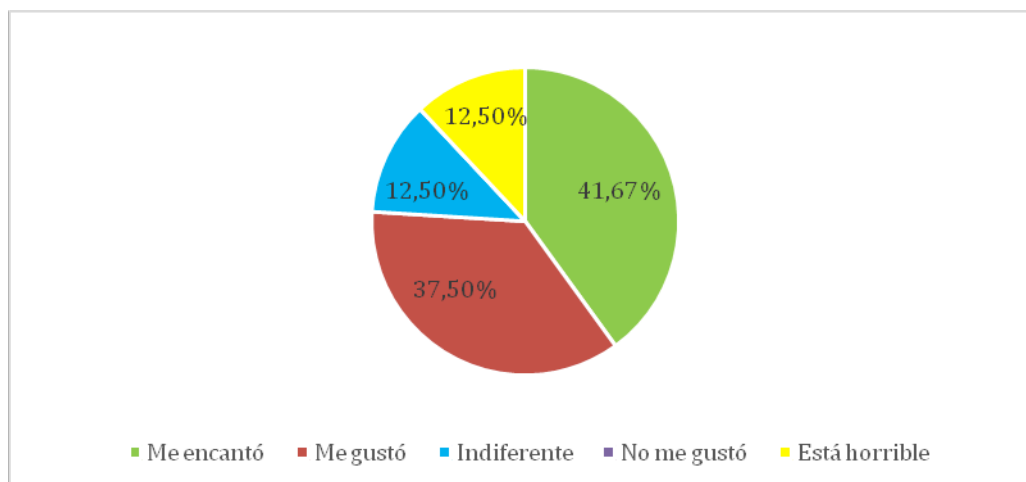
con niños de siete a nueve años



La muestra 2 que es el dulce Arcor Frutal, el 66.67% contestó “Me gustó”, el 29.17% contestó “Me encantó”, el 4.17% contestó “Indiferente”. Se pudo observar una disminución en el intervalo “Me Encantó” comparado a la muestra 1, esto significa que los niños sintieron una diferencia en la calidad del dulce. A los participantes que contestaron “Indiferente” se les preguntó porque marcaron eso, a lo cual respondieron porque me da igual. Por lo que sí se mostró entendimiento con la representación de las caritas. Asimismo a los demás participantes se les hizo la misma pregunta y sus respuestas tuvieron coherencia con lo seleccionado.

**Gráfica No. 43.** Prueba de validación para la muestra 3 (Sultana Dulces)

con niños de siete a nueve años.



La muestra 3 era el dulce de menor calidad “Sultana Dulces”. El que tenía una presentación menos llamativa. El 41.67% contestó “Me encantó”, el 37.50% contestó “Me gustó”, el 12.50% contestó “Indiferente” y el 12.50% contestó “Está horrible”. Éstos resultados muestran que hubo más gustos por los participantes, tanto del lado de disgusto como de gusto. Al igual que las otras dos muestras se les preguntaba porque habían elegido esa carita y su respuesta de nuevo tenía concordancia con la carita seleccionada.

Se puede concluir que los niños mostraron coherencia en los resultados de las gráficas No. 41, No. 42 y No. 43, lo cual significa que entendieron la escala hedónica facial. Por lo que la escala hedónica sí es válida utilizarla en las pruebas de aceptabilidad.

Con los resultados antes mencionados se concluyó que a la hora de realizar las pruebas de aceptabilidad, se les debe dar una pequeña introducción de las caritas, para que los niños se familiaricen con éstas y la mejor manera de hacerlo es por medio de las tarjetas lúdicas, haciéndoles la siguiente pregunta: Si yo comiera algo y hago esta carita ¿Por qué lo haría? (Mostrándoles la tarjeta lúdica). Y así realizarlo con las demás caritas.

Es muy importante mencionar que los niños tendían a confundirse en donde deben marcar la “X”. Es decir, en vez de colocar la “X” en el intervalo de la muestra 2, lo tendían a colocar en el intervalo de la muestra 1,

por lo que demostró que al realizar la prueba de aceptabilidad se debía tener una estrategia para que esto no ocurriera. Por ésta razón es que se pensó que al momento de realizar la prueba de aceptabilidad se dividieran en grupos para tener un mejor control sobre los participantes y asimismo tener mayor facilidad de observar que lo estén haciendo correctamente.

Anexo 13. Boleta para la prueba de aceptación de la gomita con sabor a manzana-pera

Sexo: F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Prueba de aceptación de gomita con sabor a manzana-pera

Marca con una "X" la carita que más representa lo que te pareció el **color**



Está horrible



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Marca con una "X" la carita que más representa lo que te pareció el **olor**



Está horrible



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Marca con una "X" la carita que más representa lo que te pareció el **sabor**



Está horrible



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Anexo 14. Boleta para la prueba de aceptación de la gomita de fresa

Sexo: F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Prueba de aceptación de gomita con sabor a fresa

Marca con una "X" la carita que más representa lo que te pareció el **color**



Está horrible



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Marca con una "X" la carita que más representa lo que te pareció el **olor**



Está horrible



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Marca con una "X" la carita que más representa lo que te pareció el **sabor**



Está horrible



No me gustó



Indiferente



Me gustó




Me encantó


**Anexo 15.** Boleta para la prueba de preferencia


Prueba de preferencia de gomitas

Frente a ti se presentan dos muestras, prueba cada uno.

¿Cuál muestra prefieres? Márcalo con una "X"

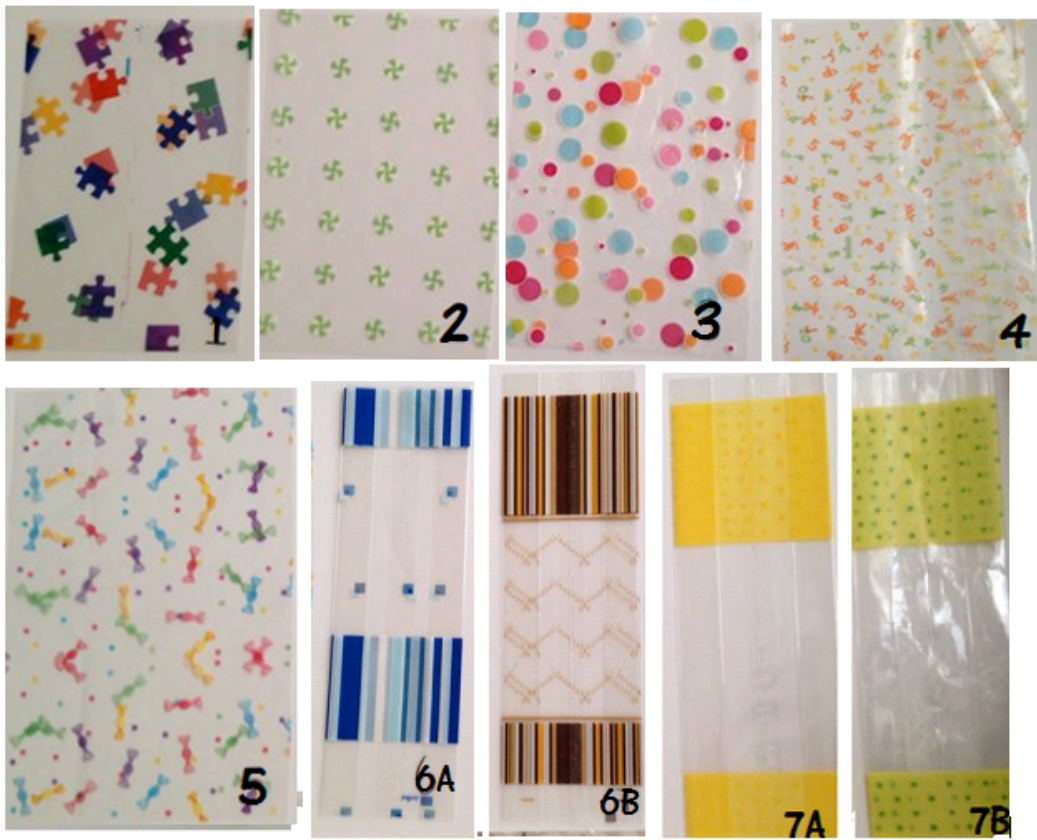






**Anexo 16.** Empaques utilizados para evaluar la aceptabilidad del diseño del  
empaque para el producto elaborado

**Ilustración No. 14.** Empaques utilizados para aceptabilidad del diseño del empaque



**Anexo 17.** Dibujos de animales utilizados en la prueba de aceptabilidad del diseño del empaque con niños de siete a doce años

**Ilustración No. 15.** Empaques utilizados para aceptabilidad del diseño del empaque



**Anexo 18.** Guía para evaluar aceptabilidad del diseño del empaque para el producto elaborado

**Guía para evaluar aceptabilidad del diseño del empaque para el producto elaborado  
de gomitas funcionales en niños de siete a doce años**

**1. Participantes**

Niños y niñas de 7-12 años, de la Escuela Oficial Urbana Mixta No.108 Rubén Darío, año 2014.

**2. Presentación**

Presentación de la moderadora y redactora.

**3. Presentación de los diferentes diseños de empaques:**

1. ¿Qué empaque te gusta más?
2. ¿Qué color del empaque te llama más la atención?
3. ¿Le pondrías otro color? Si responde que sí ¿Cuál?
4. ¿Qué es lo que más te gusta del empaque?

**4. Presentación de los dibujos de animales:**

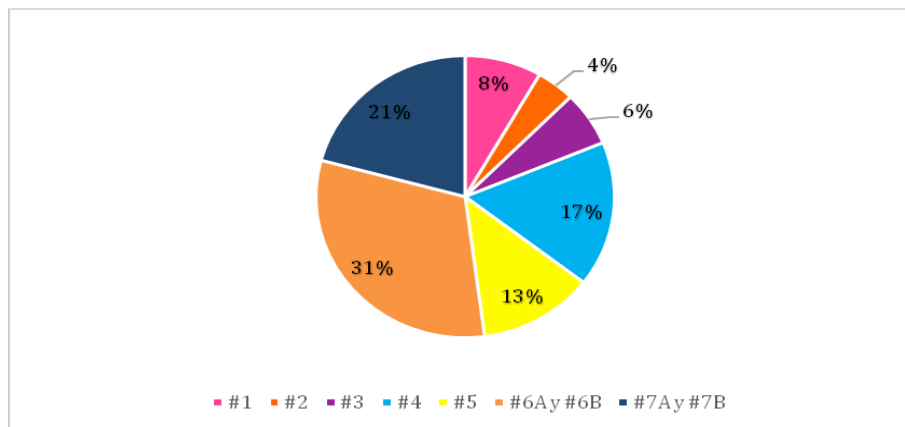
1. ¿Qué dibujo te gusta más?
2. ¿Te gustaría que este dibujo estuviera en el empaque?

**Agradecimiento:**

Al finalizar se les agradecerá y se les dará una pequeña refacción.

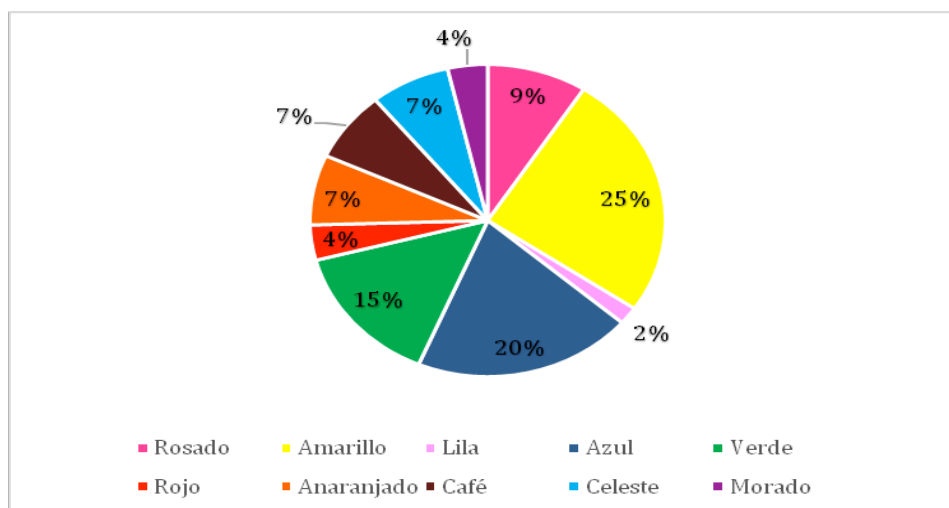
### Anexo 19. Resultados de la aceptabilidad del diseño del empaque

**Gráfica No. 44.** Aceptabilidad del diseño del empaque



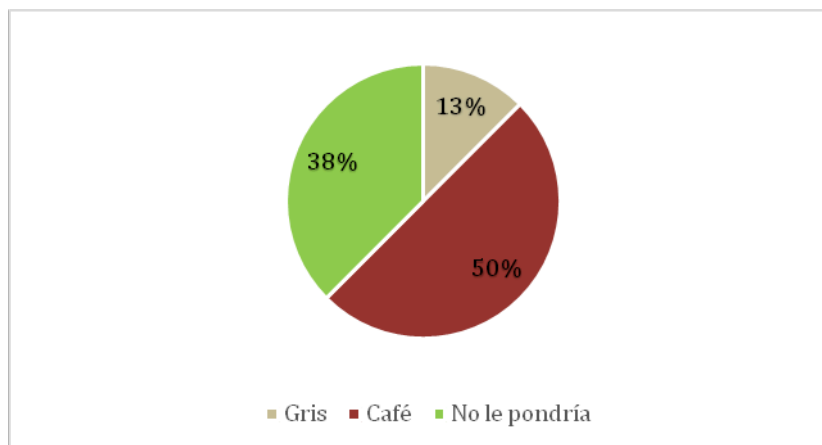
Como se puede observar el 31% les gustó el empaque 6A y 6B, el 21% el empaque 7A y 7B, el 17% les gustó el empaque 4, el 13% les gustó el empaque 5, el 8% el empaque 1, el 6% les gustó el empaque 3 y el 4% les gustó el empaque 2. Es importante mencionar que en ambos empaques 6A y 6B, como los empaques 7A y 7B poseen el mismo diseño, solo cambian los colores.

**Gráfica No. 45.** El color que les llamó más la atención en los empaques



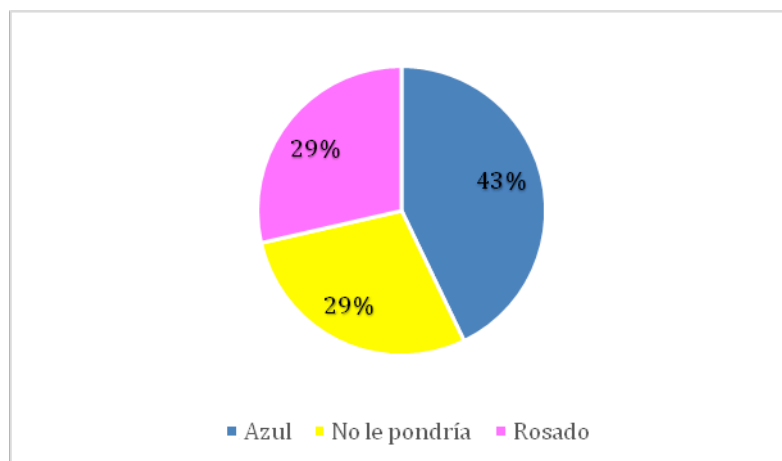
Como se puede observar el 25% les llamó más la atención el color amarillo, el 20% el color azul, el 15% el color verde, el 9% el color rosado, el 7% el color café, anaranjado y celeste, el 4% el color rojo y el 2% el color lila. Es importante mencionar que el 9% que eligió el color rosado y el 2% que eligió el lila fueron solamente mujeres. En los demás colores lo seleccionaron tanto mujeres como hombres.

**Gráfica No.46.** Otros colores que se les agregarían al empaque 6A

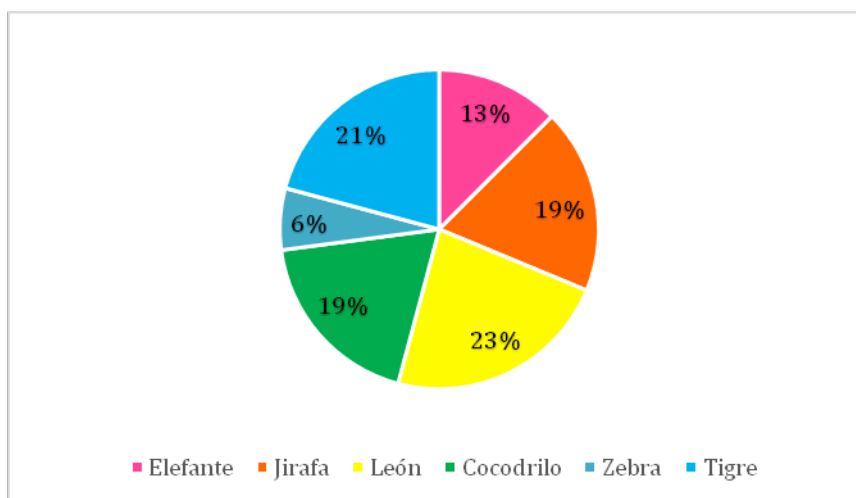


Como se puede observar el 50% le agregaría al empaque 6A el color café, el 38% no le agregaría otro color y el 13% le agregaría un color gris.

**Gráfica No.:47.** Otros colores que se les agregarían al empaque 6B



El 43% le agregaría al empaque 6B un color azul, el 29% un color rosado y el otro 29% no le agregaría otro color. Es importante mencionar que el 29% que eligió el color rosado fue solamente mujeres. Y los que eligieron no colocar ningún otro color y el color azul, fueron tanto femeninos como masculinos.

**Gráfica No.48.** El dibujo que más les gustó

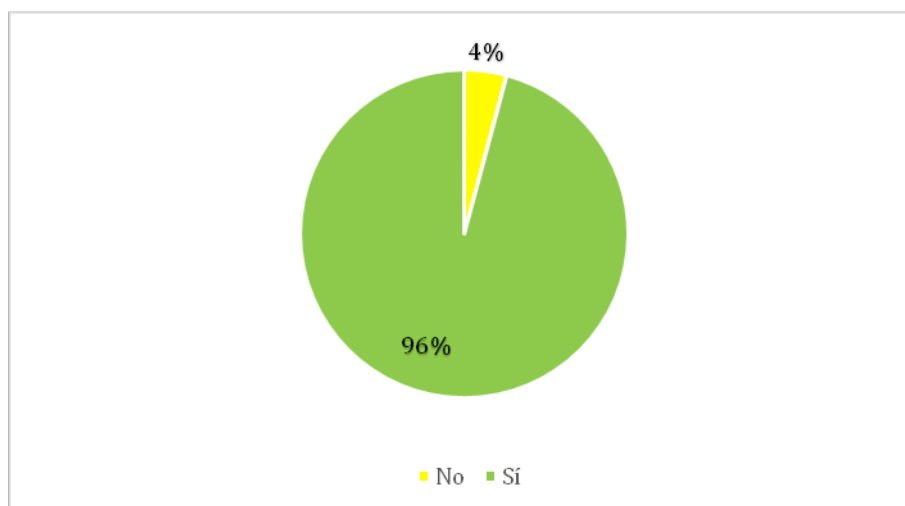
El 23% seleccionó el león como el dibujo que más les gustó, el 21% el tigre, el 19% el cocodrilo, el otro 19% la jirafa, el 13% el elefante y el 6% la cebra.

**Cuadro No. 84.** Elección de dibujos para el empaque por sexo

Dibujo	Femenino	Masculino	Total
León	4	7	11
Tigre	6	4	10
Cocodrilo	1	8	9
Jirafa	8	1	9
Elefante	4	2	6
Cebra	3	0	3
<b>Total</b>			<b>48</b>

Como se puede observar el dibujo del león y el tigre lo eligieron tanto el sexo masculino como femenino. En cambio los dibujos de la jirafa y el elefante lo eligieron más el sexo femenino, el cocodrilo lo eligió más el sexo masculino y la cebra fue elegida solamente por el sexo femenino.

**Gráfica No. 49.** Les gustaría a los niños que el dibujo seleccionado estuviera en el empaque



Al 96% les gustaría que el dibujo que seleccionaron se encontrara en el empaque y el 4% no les gustaría que se encontrara en ésta.

**Anexo 20.** Información de los empaques utilizados

**Cuadro No. 85.** Características y composición de los empaques utilizados

	Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc	Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc
Material de empaque	Poliéster transparente/ polietileno de baja densidad transparente	Poliéster transparente/ polietileno de baja densidad transparente
Capacidad	50 g	150 g
Ancho	80 mm	130 mm
Largo	170 mm	205 mm
Gramaje	114.03 g/m <sup>2</sup>	78.75 g/m <sup>2</sup>
Calibre	229 MC	79 MC
Aditivos	Aditivos UV	N/A

**Anexo 21.** Formulaciones

**Cuadro No. 86.** Formulación inicial de esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Para porciones de 150g</b>
Zumo de fruta	50.00	75.00 g
Agua	21.33	32.00 g
Azúcar	16.67	25.00 g
Agar	6.67	10.00 g
Alginato	5.33	8.00 g
Vitamina C	0.01	11.50 mg
Hierro	0.01	8.08 mg
Zinc	$0.20 \times 10^{-2}$	2.91 mg
Ácido Fólico	$0.49 \times 10^{-4}$	73.00 $\mu\text{g}$
Vitamina B12	$0.31 \times 10^{-6}$	0.46 $\mu\text{g}$

**Ilustración No. 16.** Esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**Cuadro No. 87.** Formulación 2, esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

Ingrediente	Porcentaje (%)	Para porciones de 150g
Zumo de fruta	50.00	75.00 g
Azúcar	16.61	25.00 g
Glucosa	11.96	18.00 g
Agua	10.00	15.00 g
Gelatina sin sabor	8.00	12.00 g
Alginato	3.32	5.00 g
Colorante verde	0.33	0.50 g
vitamina C	0.01	11.50 mg
Hierro	0.01	8.08 mg
Zinc	$0.20 \times 10^{-2}$	2.91 mg
Ácido Fólico	$0.49 \times 10^{-4}$	73.00 $\mu\text{g}$
Vitamina B12	$0.31 \times 10^{-6}$	0.46 $\mu\text{g}$

**Ilustración No. 17.** Formulación 2, esferas gelificadas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**Cuadro No. 88.** Formulación de microencapsulados de vitamina C y B12,  
ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Ingrediente</b>	<b>Peso por porción</b>
agua	4.00 g
alginato de sodio	0.10 g
vitamina C	11.50 mg
Hierro	8.08 mg
Zinc	2.91 mg
Ácido Fólico	73.00 µg
Vitamina B12	0.46 µg

**Cuadro No. 89.** Formulación 3, gomitas de frutas fortificadas con vitamina C  
y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Para porciones de 150g (g)</b>
Glucosa	38.67	58.00
Azúcar	27.07	40.60
Jugo de fruta	13.80	20.70
Agua	9.73	14.60
Grenetina	5.67	8.50
Microencapsulados	2.75	4.12
Acido málico	1.13	1.70
Aceite mineral	1.00	1.50
Ácido cítrico	0.47	0.70
Colorante vegetal	0.01	0.02

**Ilustración No. 18.** Formulación 3, gomitas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**Cuadro No. 90.** Formulación 4, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Para porciones de 150g (g)</b>
Glucosa	38.13	57.2
Azúcar	26.67	40
Jugo	13.80	20.7
Agua	9.73	14.6
Grenetina	2.67	4
Microencapsulados	2.75	4.12
Gelatina	2.00	3
Proteína	2.00	3
Acido málico	1.13	1.7
Almidón de maíz	1.00	1.5
Ácido cítrico	0.47	0.7

**Ilustración No. 19.** Formulación 4, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc



**Cuadro No. 91.** Formulación 5, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Para porciones de 150g (g)</b>
Azúcar	34.67	52.00
Agua	21.00	31.50
Glucosa	18.94	28.41
Jugo de fruta	13.28	19.92
gernetina	4.80	7.20
Gelatina	3.20	4.80
Microencapsulados	2.75	4.12
Acido málico	1.13	1.70
Ácido cítrico	0.47	0.70
Saborizante	0.05	0.08

**Ilustración No. 20.** Formulación 5, gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc



**Cuadro No. 92.** Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, sustituyendo el 25% de azúcar por sorbitol

Ingrediente	Porcentaje (%)	Para porciones de 50g (g)
Azúcar	21.00	10.50
Agua	16.00	8.00
Glucose	16.00	8.00
Jugo de fruta	12.40	6.20
Microencapsulados	8.24	4.12
Grenetina	7.00	3.50
Proteína	7.00	3.50
Sorbitol	7.00	3.50
Gelatina	5.00	2.50
Sabor	0.30	0.15
Acido málico	0.26	0.13
Ácido cítrico	0.12	0.06

**Ilustración No. 21.** Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, sustituyendo el 25% de azúcar por sorbitol



**Cuadro No. 93.** Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, reduciendo el 25% de azúcar

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Para porciones de 50g (g)</b>
Azúcar	21.00	10.50
Agua	16.00	8.00
Glucose	16.00	8.00
Jugo de fruta	12.40	6.20
Microencapsulados	8.24	4.12
Grenetina	10.00	5.00
Proteína	7.00	3.50
Gelatina	9.00	4.50
Sabor	0.30	0.15
Acido málico	0.26	0.13
Ácido cítrico	0.12	0.06

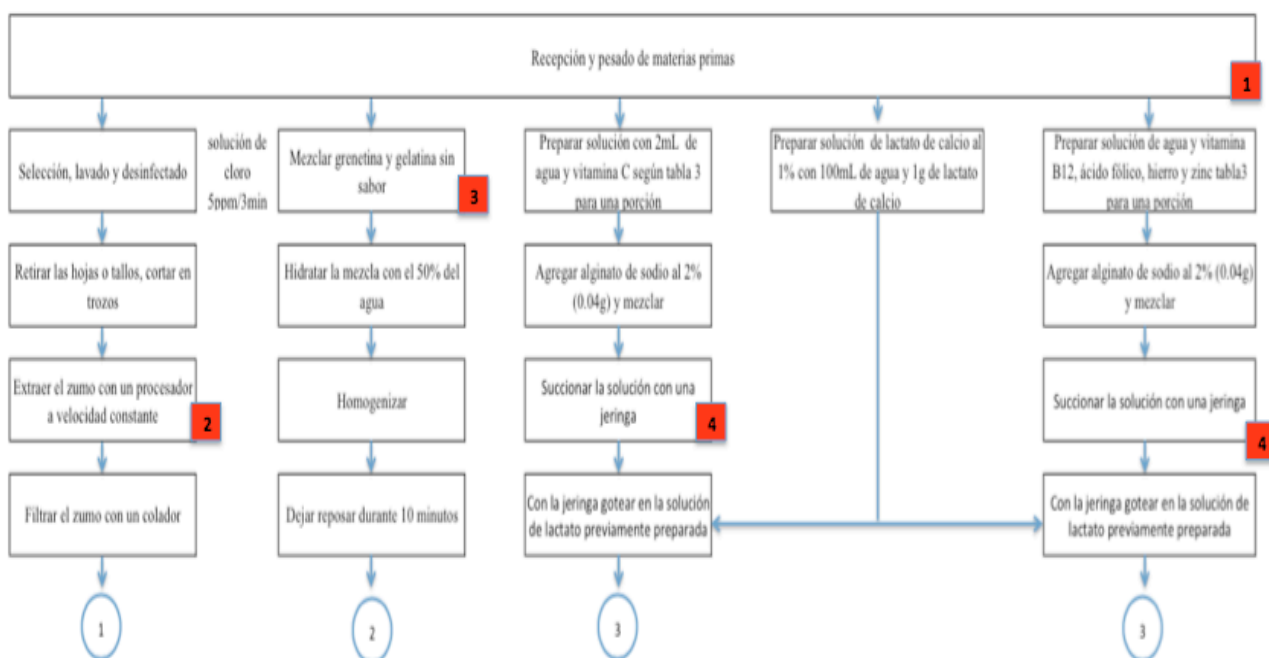
**Ilustración No. 22.** Formulación de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc, reduciendo el 25% de azúcar



## Anexo 22. Producción industrial.

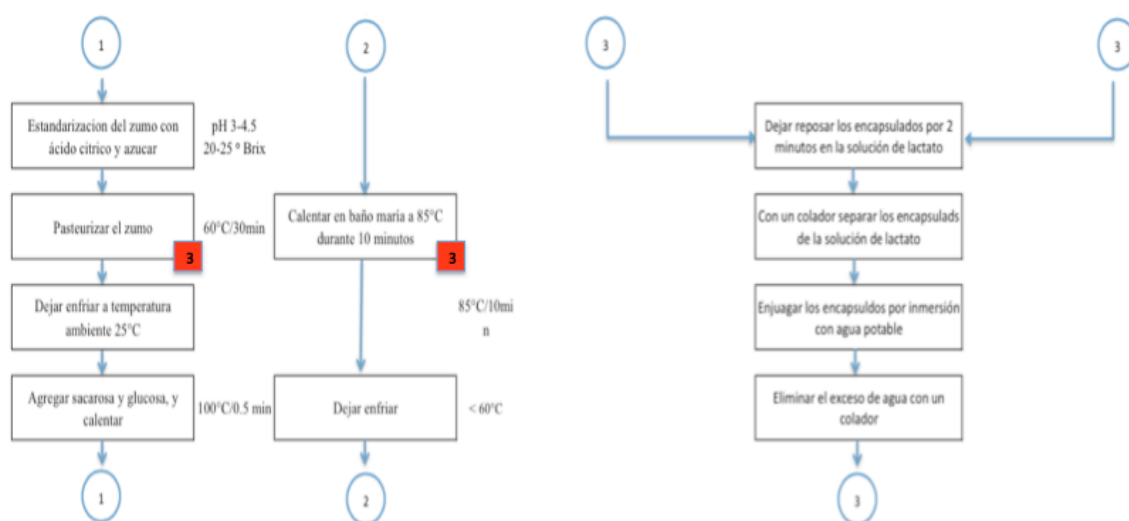
### A. Diagrama de flujo del proceso.

**Diagrama No. 7.** Diagrama de flujo de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.<sup>2</sup>

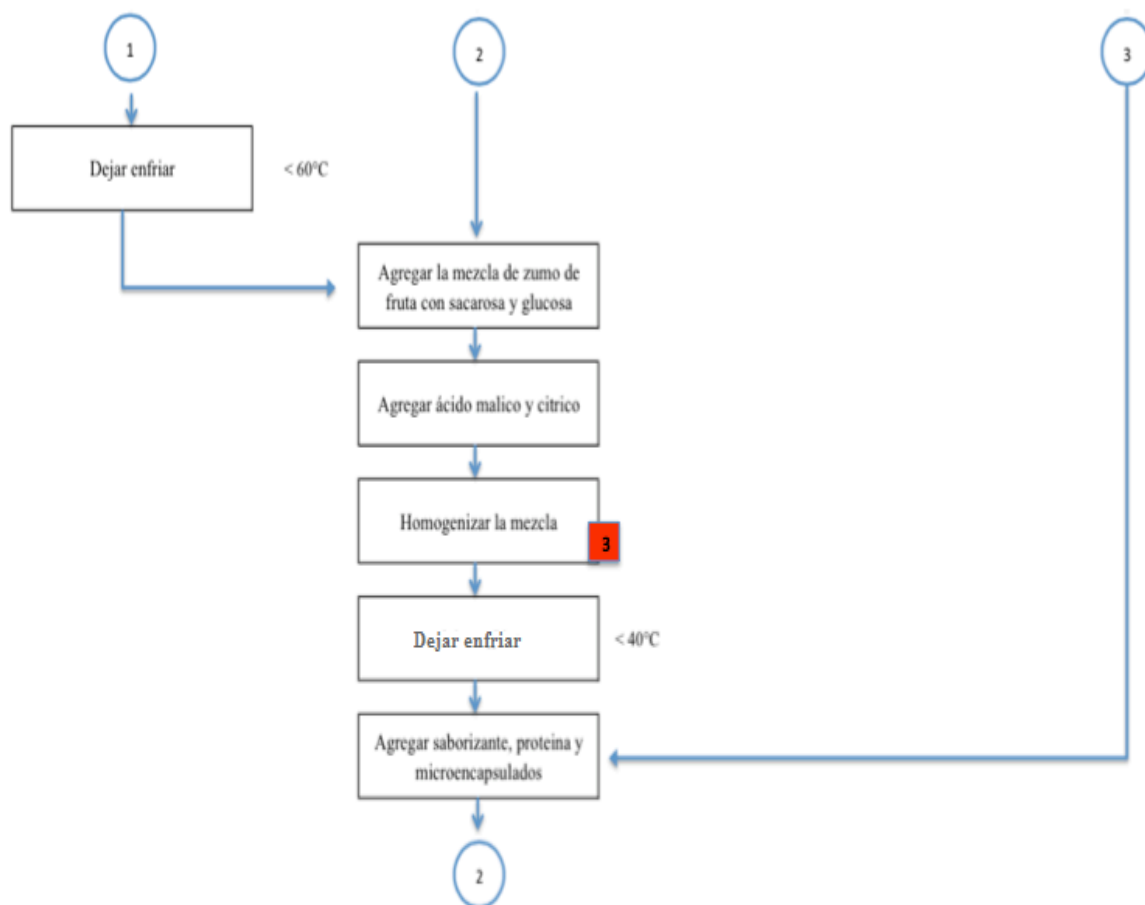


<sup>1</sup> 1. Balanza, 2. Procesador, 3. Marmita con agitador, 4. Encapsulador, 5. Dosificador, 6. Tunnel de enfriado

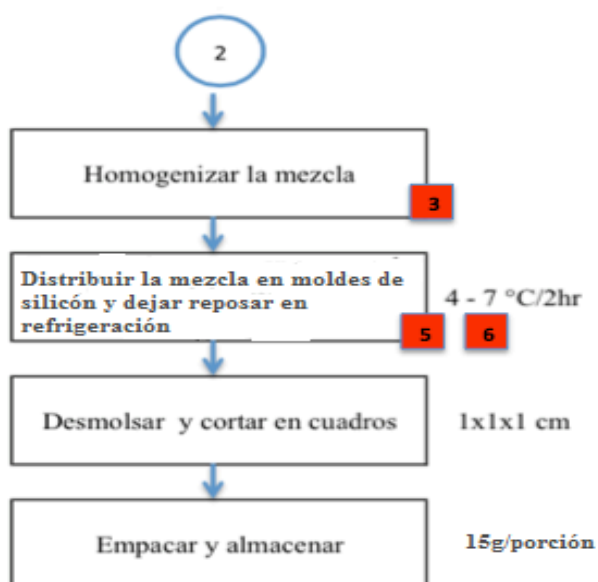
**Continuación Diagrama No. 7.** Diagrama de flujo de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



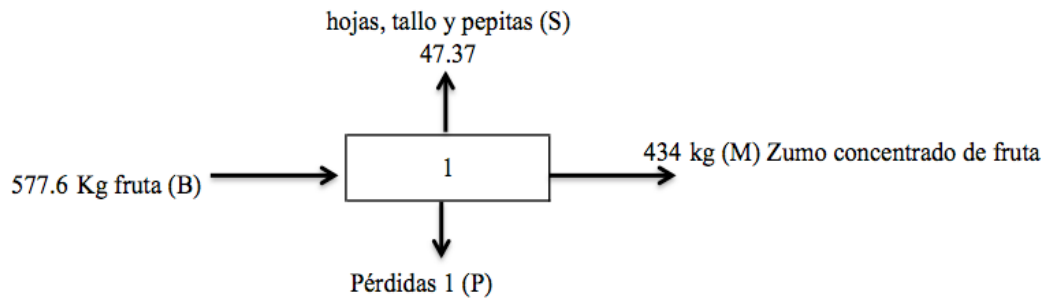
**Continuación Diagrama No. 7.** Diagrama de flujo de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**Continuación Diagrama No. 7.** Diagrama de flujo de producción de gomitas de frutas con proteína y fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.



**B. Balance de masa**



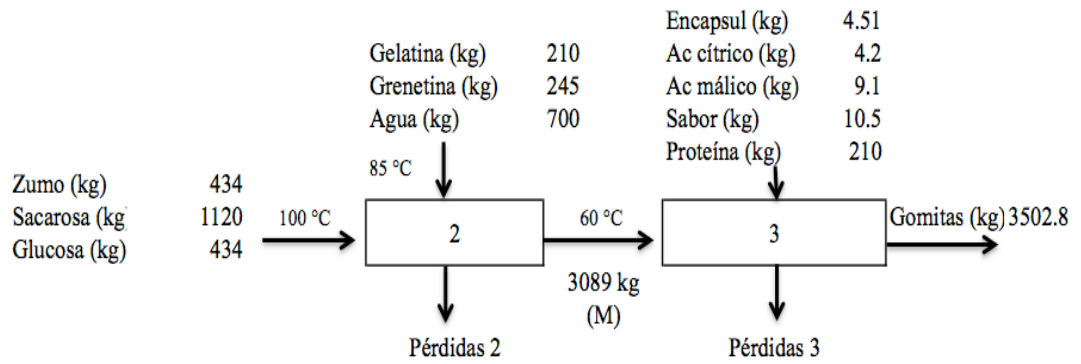
Balance 1

$$B = S + M + P$$

$$577.6g = 47.37g + 434g + P$$

$$\text{Pérdidas} = 96.23 \text{ kg}$$

577.6			100%		
47.37	kg	→	x =	8.20%	Hojas, tallo y pepitas
577.6	kg	→	100%		
96.23	kg	→	x =	16.66%	Pérdidas 1
577.6	kg	→	100%		
434	kg	→	x =	75.14%	Zumó concentrado



Balance 2

$$Z + S + G + Ge + Gr + A = P1 + M$$

Balance 3

$$M + E + C + M + Sa + P = P2 + Go$$

Pérdidas 2= 54 kg

Pérdidas 3= 175.49 kg

P 2 + P 3 = 229.49 kg

3502.8 kg → 100%

229.49 kg → x = 6.55%

Pérdidas totales = 23.21%

### C. Análisis de costos

#### 1. Producción diaria

Se producirán 175 kg de gomitas diariamente en una jornada laboral de 8 horas al día, para producir 11,667 unidades de gomitas.

#### 2. Producción mensual

Se trabajara durante 20 días por mes sin tomar en cuenta sábado y domingo. Se estima que mensualmente se producirán 3500 kg de gomitas de frutas fortificadas con vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc y adicionadas con proteína. Las gomitas se empacaran en bolsas con un peso neto de 15g, por lo que se estarán produciendo 233,333 unidades de gomitas.

**Cuadro No. 94.** Produciendo 233,333 unidades de gomitas.

Materia prima	Producción 175 kg de gomitas		Producción 3500 kg de gomitas	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Vitamina B12	0.00000175 kg	Q0.14	0.000035 kg	Q2.77
Vitamina C	0.0455 kg	Q13.65	0.91 kg	Q273.00
Zinc (sulfato de zinc)	0.01155 kg	Q2.08	0.231 kg	Q41.58
Hierro (sulfato ferroso)	0.02835 kg	Q3.12	0.567 kg	Q62.37
Ácido fólico	0.0002905 kg	Q0.53	0.00581 kg	Q10.63
Alginato de sodio	0.14 kg	Q5.91	2.8 kg	Q118.22
Lactato de Calcio	0.0175 kg	Q0.87	0.35 kg	Q17.33
Azúcar	56 kg	Q185.02	1120 kg	Q3,700.44
Jugo de fruta	21.7 kg	Q191.19	434 kg	Q3,823.79
Glucosa	28 kg	Q193.66	560 kg	Q3,873.13
Gelatina sin sabor	10.5 kg	Q416.30	210 kg	Q8,325.99
Grenetina	12.25 kg	Q350.77	245 kg	Q7,015.42
Ácido málico	0.455 kg	Q27.30	9.1 kg	Q546.00
Ácido cítrico	0.21 kg	Q2.06	4.2 kg	Q41.16
Proteína (aislado de soya)	10.5 kg	Q168.00	210 kg	Q3,360.00
Sabor	0.525 kg	Q105.23	10.5 kg	Q2,104.63
Agua	35 kg	Q0.88	700 kg	Q17.50
Bolsas de polipropileno	11,667 Uni.	Q420.00	233,333 Uni.	Q8,400.00
<b>Total</b>		<b>Q2,086.70</b>	<b>Total</b>	<b>Q41,733.94</b>

Para producir 233,333 unidades de gomitas al mes con un porcentaje de pérdida de 23.21%, se estima un costo de Q41, 733.94 de materias primas. Por tanto el costo por unidad de producto sin incluir mano de obra y costos fijos sería de Q0.18

#### **D. Equipos**

- a. Todo equipo de producción, llenado o almacenamiento deberá contar con su respectivo manual de funcionamiento.
- b. Las superficies de contacto con el alimento no podrán transmitir sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni reaccionen con los ingredientes o materiales que intervengan en el proceso de fabricación.
- c. Se deberá llevar un programa de limpieza y desinfección diario en todo equipo involucrado en el proceso de producción, embalaje o almacenamiento.
- d. El diseño del equipo debe facilitar la correcta limpieza y desinfección.
- e. Todo equipo y utensilio que pueda entrar en contacto con el producto debe ser resistente a la corrosión, no poroso, inerte, impermeable, pero sobre todo fácil de limpiar.
- f. Llevar a cabo un registro de control de mantenimiento preventivo de todos los equipos presentes en la planta.
- g. La capacidad del equipo debe ser la adecuada para el proceso, tomando en cuenta la cantidad que se produzca por cada lote de producción, la posible expansión según las ventas y aceptación del producto.

#### **Equipos recomendados a utilizar: 1**

---

<sup>1</sup> Se debe de tomar en cuenta que los equipos son ejemplificados, no necesariamente son los más adecuados para la producción semiindustrial del producto. Para elegir los equipos adecuados se debe de tomar en cuenta la capacidad de producción, la posible expansión según las ventas y la aceptación del producto.

**1. Procesador de frutas**

El equipo funciona de forma continua. Cuenta con un sistema de centrifuga para extraer de forma directa los zumos de las frutas.

Función: extraer el zumo de las frutas.

**Ilustración No. 23.** Procesador de frutas



(Samminc, 2014)

**2. Balanza**

Balanza para uso industrial la cual cuenta con una capacidad máxima de 600 kg

Función: pesado de ingredientes necesarios para la elaboración de gomitas antes de entrar a proceso.

**Ilustración No. 24.** Balanza industrial



(Mettler Toledo, 2014)

### **3. Carrito transportador**

Carrito con capacidad de 270 kg.

Función: Transportar cada uno de los ingredientes, ya pesados al área de producción.

**Ilustración No. 25.** Carrito transportador (troque).

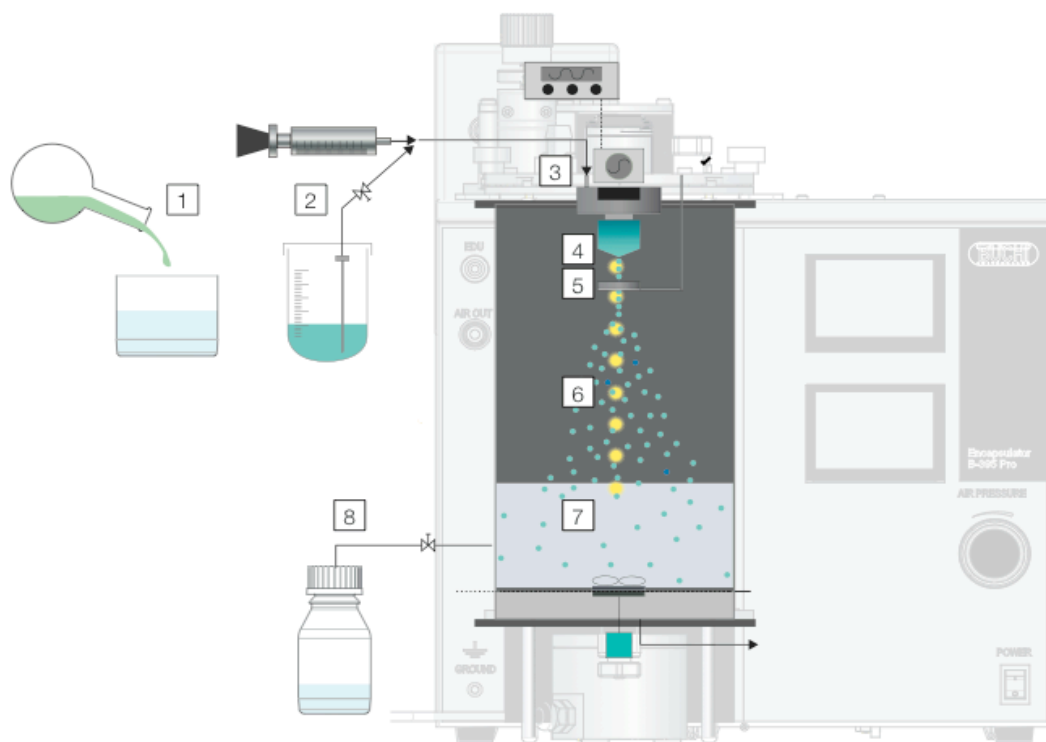
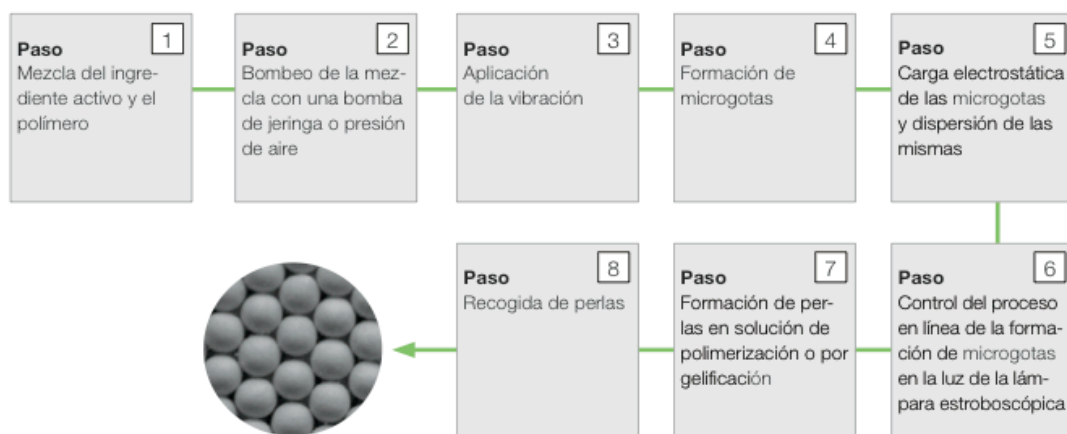


(TRIC, S.A., 2014)

#### 4. Encapsulador

Este equipo puede generar microcápsulas de forma continua como se describe en la siguiente ilustración.

**Ilustración No. 26.** Principio de funcionamiento del encapsulador



(BUCHI, 2013)

Función: producir los microencapsulados de vitamina C y B12, ácido fólico, hierro y zinc.

**Ilustración No. 27.** Encapsulador



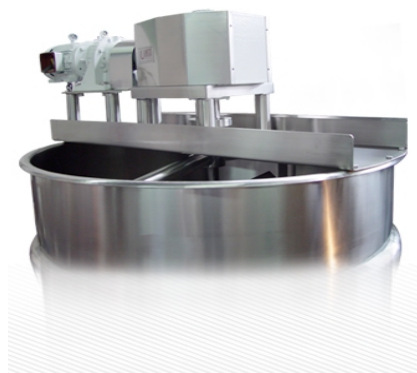
(BUCHI, 2013)

**5. Marmita con agitador**

Cuenta con 2/3 de chaqueta de vapor que evita que se quemen o peguen excesivamente los productos, la mayor parte del calor se utiliza para la cocción. Cuenta con una capacidad de 25 hasta 50 litros. (Intertecnia, S.A., 2013)

Función: pasteurización del zumo concentrado de fruta y mezcla de ingredientes en seco y húmedo, para la formación de la pasta para las gomitas, también se utilizara para la cocción de la misma.

**Ilustración No. 28.** Marmita industrial con agitador



(Intertecnia, S.A., 2013)

**6. Dosificador**

Es un equipo que está diseñado para dosificar el volumen exacto de toda clase de fluidos viscosos o no, como: agua, zumos, geles, cremas, salsas, etc. Se puede ajustar el volumen de la dosificación y puede trabajar de forma manual o automática, pudiendo regular el ritmo o frecuencia del dosificado.

Función: dosificar el contenido de mezcla en los moldes de silicón.

**Ilustración No. 29.** Dosificador



(Itepacp, 2013)

**7. Banda transportadora**

Es un aparato para el transporte de objetos formado por dos poleas que mueven una cinta transportadora continua. Las poleas son movidas por motores, haciendo girar la cinta transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma. (Intralox, 2014)

Función: transportar os moldes con gomitas al área de enfriamiento y posteriormente al área de empaque.

**Ilustración No. 30.** Banda transportadora



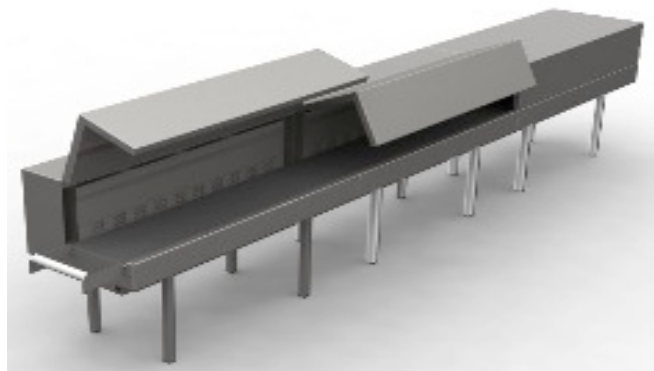
(Intralox, 2014)

**8. Túnel de enfriamiento**

El enfriamiento ocurre por convección del aire frío el cual circula transversalmente alrededor de la cinta transportadora. El túnel puede dividirse en diferentes secciones. (Dartico, Refrigeración industrial, 2013)

Función: enfriar las gomitas para poder ser empacadas.

**Ilustración No. 31.** Túnel de enfriamiento continuo.



(Dartico, Refrigeración industrial, 2013)

**9. Empacadora**

Empacadora semiautomática, diseñada para el formato de paquetes en cantidades definidas.  
(Solpak, 2013)

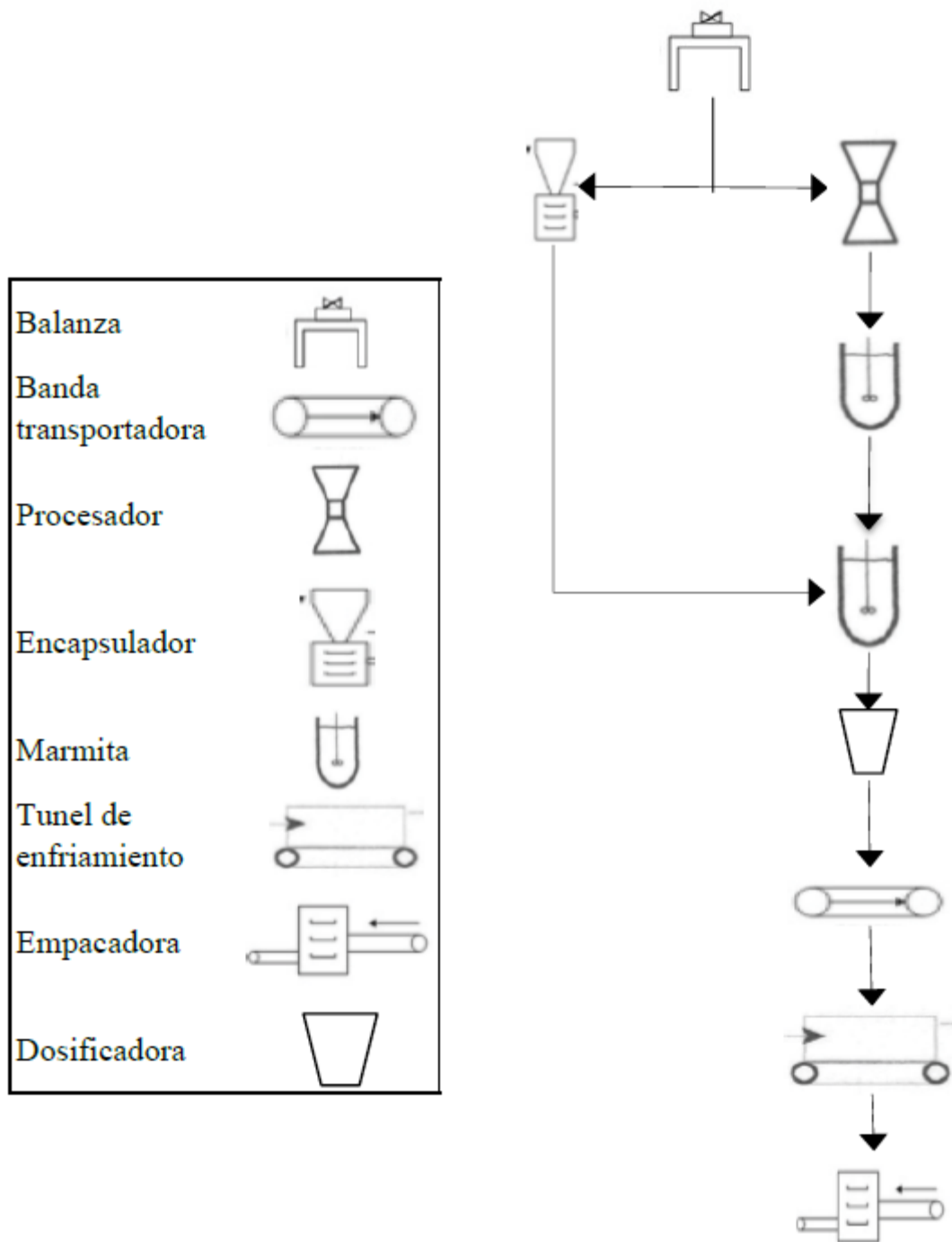
Función: empaçar las gomitas en porciones de 50g, para su presentación en el mercado.

**Ilustración No. 32.** Empacadora semiautomática



(Solpak, 2013)

Diagrama No. 8. Diagrama de equipos



## Anexo 23. Fichas técnicas de materia prima

**Ficha técnica**  
**VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)**

<b>Código producto:</b>	0001
<b>Descripción general:</b>	El ácido ascórbico es polvo blanco cristalino de olor ligero y característico, solido soluble en agua, actúa como antioxidante y/o vitamina C.
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	ácido ascórbico
----------------------	-----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo cristalino
Color	Blanco
Olor/Sabor	olor ligero y característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Punto de fusión	Sobre 190 °C
pH (5% solución acuosa)	2.1 - 2.6
claridad de la solución	Claro
Color de la solución	≤ BY7

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	100 UFC/g máx.
Pseudmonas	Negativo
Coliformes	< 3.0 nmp/g
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25kg	Bolsa de polipropileno

**Ficha técnica**  
**VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)**

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polipropileno
Secundario	Caja de cartón

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
1 año	Protegido de la luz, seco y totalmente aislado del medio.

**DATOS NUTRICIONALES**

Aporte de vitamina C

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**VITAMINAB12 (CIANOCOBALAMINA)**

<b>Código producto:</b>	0002
<b>Descripción general:</b>	polvo soluble en agua y en etanol
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Cianocobalamina
----------------------	-----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo
Color	Amarillo
Olor/Sabor	Inodoro, sabor característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
pH	4.2 - 7.0
Humedad	≤ 12%

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	10 UFC/g máx.
St. Aureus	Negativo
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
1kg	Bolsa de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**VITAMINAB12 (CIANOCOBALAMINA)**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
1 año	Protegido de la luz, seco y totalmente aislado del medio.

**DATOS NUTRICIONALES**

Aporte de vitamina B12

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**ÁCIDO FÓLICO**

<b>Código producto:</b>	0003
<b>Descripción general:</b>	polvo soluble en agua y en etanol
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Ácido fólico
----------------------	--------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo cristalino
Color	Rojo oscuro
Olor/Sabor	olor ligero y característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Punto de fusión	250°C
Humedad	≤ 12%

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	10 UFC/g máx.
St. Aureus	Negativo
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
10kg	Bolsa de polietileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polietileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**ÁCIDO FÓLICO**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
1 año	Protegido de la luz, seco y totalmente aislado del medio.

**DATOS NUTRICIONALES**

Aporte de vitamina ácido fólico

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**SULFATO FERROSO**

<b>Código producto:</b>	0004
<b>Descripción general:</b>	Se puede obtener como subproducto del decapado del acero y de muchas operaciones químicas. También por la acción del ácido sulfúrico diluido sobre el hierro.
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Sulfato de hierro
----------------------	-------------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo cristalino
Color	Verdoso o amarillo pardo
Olor/Sabor	Inodoro, sabor característico a hierro

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Punto de fusión	64°C
Humedad	≤ 11%

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	10 UFC/g máx.

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25 kg	Bolsa de polietileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polietileno
Secundario	Caja de cartón

**Ficha técnica**  
**SULFATO FERROSO**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
1 año	Protegido de la luz, seco y totalmente aislado del medio.

**DATOS NUTRICIONALES**

Aporte de hierro

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**SULFATO DE ZINC HEPTAHIDRATADO**

<b>Código producto:</b>	0005
<b>Descripción general:</b>	Polvo cristalino blanco o casi blanco, o cristales transparentes incoloros. Muy soluble en agua y prácticamente insoluble en etanol al 96%
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Sulfato de zinc
----------------------	-----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo cristalino
Color	Blanco
Olor/Sabor	Inodoro

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Punto de fusión	100°C
pH	4.4 - 6

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	10 UFC/g máx.

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25 kg	Bolsa de polietileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polietileno
Secundario	Caja de cartón

**Ficha técnica**  
**SULFATO DE ZINC HEPTAHIDRATADO**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
1 año	Manténgase herméticamente cerrado a temperatura ambiente. Proteger del calor e incompatibles.

**DATOS NUTRICIONALES**

Aporte de zinc

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**ALGINATO DE SODIO**

<b>Código producto:</b>	0006
<b>Descripción general:</b>	Polvo producido a partir de algas pardas, actúa como agente espesante, gelificante y produce sensación refrescante
<b>Uso:</b>	Productos lácteos, salsas, postres, helados, frutas y vegetales estructurados, carnes, pescados estructurados y cremas dentales

<b>Ingredientes:</b>	Alginato producido a partir de algas pardas
----------------------	---

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo
Color	Crema
Olor/Sabor	Olor y sabor característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Humedad	15% máx.
Cenizas a 800C	18.0 - 27.0 %
pH	5.5 - 7.5
Viscosidad	20 - 50 mPa.s

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	100 UFC/g máx.
Coliformes	< 3.0 nmp/g
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25kg	Bolsa reforzada multi-capas

**Ficha técnica**  
**ALGINATO DE SODIO**

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa reforzada multi-capa
Secundario	N/A

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

Energía	134 Kcal
Proteína	0 g
Carbohidratos	0 g
de los azucares	0 g
Grasas	0 g
de las cuales saturadas	0g
Fibras	67 g
Sodio	10 g

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**LACTATO DE CALCIO**

<b>Código producto:</b>	0008
<b>Descripción general:</b>	Soluble en agua, fácilmente soluble en agua a ebullición, muy poco soluble en etanol al 96%.
<b>Uso:</b>	Para su correcta utilización en alimentación, consultar reglamentación vigente en cuanto a dosis y usos permitidos

<b>Ingredientes:</b>	Lactato de calcio
----------------------	-------------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo
Color	Blanco
Olor/Sabor	Inodoro e Insaboro

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Humedad	22 - 27 %
Acidez	0.37% máx.
pH	5.5 - 7.5
Granulometría	min 98%

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	100 UFC/g máx.
Coliformes	< 3.0 nmp/g
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25kg	Bolsa de polipropileno

**Ficha técnica  
LACTATO DE CALCIO**

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polipropileno
Secundario	N/A

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

Calcio	13.4 - 14.5 %
--------	---------------

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**AZUCAR (SACAROSA)**

<b>Código producto:</b>	0009
<b>Descripción general:</b>	Endulzante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos obtenidos a partir de la caña de azúcar mediante procedimientos industriales apropiados.
<b>Uso:</b>	El Azúcar Estándar Industrial es utilizado como ingredientes en la elaboración de diversos alimentos de consumo humano.

<b>Ingredientes:</b>	Sacarosa de caña de azúcar
----------------------	----------------------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Granulado uniforme
Color	Marfil, variando de tonos del claro al oscuro
Olor/Sabor	Sabor dulce y olor característicos

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Humedad	0.10% máx.
Cenizas a 800C	0.095% máx.
Sólidos insolubles	200 ppm

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Mesófilos	200 UFC/10g máx.
Mohos y levaduras	10 UFC/10g máx.

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
50kg	Saco de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Saco de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica  
AZUCAR (SACAROSA)**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

Vida útil	Condiciones de almacenamiento
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 4g**

Energía	15 Kcal
Grasa total	0 g
Grasa saturada	0 g
Carbohidratos	4 g
Sodio	0 mg
Proteína	0 mg

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica  
GLUCOSA**

<b>Código producto:</b>	0010
<b>Descripción general:</b>	Jarabe obtenido mediante la hidrolisis acida del almidón de maíz.
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Jarabe de maíz
----------------------	----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Líquido viscoso
Color	Incoloro
Olor/Sabor	Sabor dulce y olor característicos

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Cenizas	0.0 - 0.1 %
Sólidos insolubles	43.6 - 44.5 °Bé

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	500 UFC/g máx.
Coliformes	< 3 nmp/g
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	50 UFC/g máx.

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
27kg	Cubeta

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Cubeta
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**GLUCOSA**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
18 meses	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

Energía	390 Kcal
Sólidos totales	84 g
Carbohidratos totales	84 g
Azúcares simples	26 g
Otros carbohidratos	58 g

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica  
GRENETINA**

<b>Código producto:</b>	0011
<b>Descripción general:</b>	Gelatina de piel de Vacuno Bloom 250
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Colageno al 90%
----------------------	-----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo
Color	Blanco
Olor/Sabor	Olor y sabor característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Viscosidad	35 - 40 mps
Humedad	12% máx.
Cenizas	2% máx.
pH	4.7 - 6.5

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Mesófilos	1000 UFC/g máx.
Coliformes	< 3 nmp/g
Salmonella	Negativo
Mohos y levaduras	100 UFC/g máx.

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
27kg	Bolsa de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica  
GRENETINA**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
5 años	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

Energía	350 Kcal
Grasa total	0g
Sodio	0 g
Carbohidratos	0 g
Proteína	90 g

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**GELATINA SIN SABOR**

<b>Código producto:</b>	0012
<b>Descripción general:</b>	La gelatina es una sustancia orgánica nitrogenada obtenida por hidrólisis del colágeno contenido en la piel, tejido conjuntivo blando y huesos de animales. Posee aditivos de gel
<b>Uso:</b>	Especialmente diseñada para utilizar en gran variedad de recetas de pastelería y repostería

<b>Ingredientes:</b>	Colageno al 85%
----------------------	-----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo
Color	Blanco
Olor/Sabor	Olor y sabor característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Humedad	5 - 12 %
Cenizas	0.5 - 3.0 %
pH	4-may

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento aerobio	10 UFC/g máx.
Clostridium perfringens	10 UFC/g máx.
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
7 g	Sachet metalizado

**Ficha técnica  
GELATINA SIN SABOR**

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Sachet metalizado
Secundario	Caja de cartón

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
1 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 7g**

Energía	25 Kcal
Grasa total	0g
Sodio	0 g
Carbohidratos	0 g
Proteína	6 g

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**ÁCIDO MÁLICO**

<b>Código producto:</b>	0013
<b>Descripción general:</b>	Acidificante para corregir la acidez, realza las características aromáticas afrutadas
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria especialmente en los mostos y vinos

<b>Ingredientes:</b>	ácido D, L- málico
----------------------	--------------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo cristalino o granulado
Color	Blanco
Olor/Sabor	Olor característico y sabor ácido

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Humedad	< 0.30%
Cenizas	<0.02 %

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento aerobio	10 UFC/g máx.
Clostridium perfringens	10 UFC/g máx.
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25 kg	Bolsa de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**ÁCIDO MÁLICO**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES**

N/A

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**ÁCIDO CÍTRICO**

<b>Código producto:</b>	0013
<b>Descripción general:</b>	Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza participando en importantes procesos bioquímicos
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria en general

<b>Ingredientes:</b>	ácido cítrico
----------------------	---------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo cristalino o granulado
Color	Blanco
Olor/Sabor	Olor característico y sabor ácido

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Humedad	0.50%
Punto de fusión	152°C

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento aerobio	10 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
25 kg	Saco de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Saco de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**ÁCIDO CÍTRICO**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES**

N/A

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica  
SABOR FRESA**

<b>Código producto:</b>	0014
<b>Descripción general:</b>	Saborizante con sabor a fresa
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria en general

<b>Ingredientes:</b>	esencia a fresa
----------------------	-----------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Líquido
Color	Incoloro
Olor/Sabor	Olor y sabor fuerte característico a fresa

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
pH	6.0 - 6.70
Punto de inflamación	200°C

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Contenido</b>	<b>Envase</b>
25mL	Frasco de vidrio

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Frasco de vidrio
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**SABOR FRESA**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES**

N/A

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**SABOR MANZANA**

<b>Código producto:</b>	0015
<b>Descripción general:</b>	Saborizante con sabor a manzana roja
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria en general

<b>Ingredientes:</b>	esencia a manzana roja
----------------------	------------------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Líquido
Color	Incoloro
Olor/Sabor	Olor y sabor fuerte característico a manzana roja

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
pH	6.0 - 6.70
Punto de inflamación	200°C

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	100 UFC/g máx.
E. Coli	Negativo
Salmonella	Negativo

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Contenido</b>	<b>Envase</b>
25mL	Frasco de vidrio

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Frasco de vidrio
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**SABOR MANZANA**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
2 año	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES**

N/A

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**AISLADO DE PROTEINA DE SOYA**

<b>Código producto:</b>	0016
<b>Descripción general:</b>	Se obtiene por medio de la tecnología Extraction Dec y MicroDry- Aw que garantiza la conservación óptima de los nutrientes naturales propios, inocuidad y bajos niveles microbiológicos.
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria, industria farmacéutica y afines.

<b>Ingredientes:</b>	Proteína de soya al 90%
----------------------	-------------------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Polvo
Color	Beige a amarillo pálido
Olor/Sabor	Característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
pH	6.7 - 7.5
Cenizas	6%

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Recuento total	10000 UFC/g máx.
Salmonella	Negativo
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	250 UFC/g máx.

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
20 Kg	Saco de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Saco de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**AISLADO DE PROTEINA DE SOYA**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
18 meses	Lugar fresco y seco

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

Energía	375 Kcal
Grasa total	0 g
Carbohidratos totales	48 g
Fibra	3 g
Proteína	90 g

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**ZUMO CONCENTRADO DE FRUTA**

<b>Código producto:</b>	0017
<b>Descripción general:</b>	Líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados. Se ha eliminado físicamente el agua en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix
<b>Uso:</b>	Industria alimentaria

<b>Ingredientes:</b>	Zumo de fruta
----------------------	---------------

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Líquido
Color	dependiendo de la fruta utilizada
Olor/Sabor	Característico

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
Grados Brix	20 - 25° Brix
pH	3.0 - 4.5

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Coliformes	< 3 nmp/mL
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	< 10 UFC/mL

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
5 Kg	Bolsa de polipropileno

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Bolsa de polipropileno
Secundario	N/A

**Ficha técnica**  
**ZUMO CONCENTRADO DE FRUTA**

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
6 meses	En congelación

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

N/A

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Ficha técnica**  
**AGUA POTABLE**

<b>Código producto:</b>	0017
<b>Descripción general:</b>	Líquido vital
<b>Uso:</b>	Industria en general

**Ingredientes:**  
Agua

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Organolépticas</b>	<b>Estándar</b>
Apariencia	Líquido
Color	Incoloro
Olor/Sabor	Insaboro e inodoro

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Estándar</b>
pH	7

<b>Microbiológico</b>	<b>Estándar</b>
Coliformes	< 3 nmp/mL
E. Coli	Negativo
Mohos y levaduras	< 10 UFC/mL

**CONTENIDO Y ENVASE**

<b>Peso</b>	<b>Envase</b>
5 lt	Envase PET

<b>Tipo de envase</b>	<b>Descripción</b>
Primario	Envase PET
Secundario	N/A

**VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO**

<b>Vida útil</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
6 meses	lugar fresco

**Ficha técnica**  
**AGUA POTABLE**

**DATOS NUTRICIONALES por cada 100g**

Energía	0 Kcal
Carbohidratos totales	0 Kcal
Sodio	50 mg

**ALERGENOS**

Este producto no contiene ningún ingrediente alérgeno

**Anexo 24.** Resultados más detallados del primer grupo focal con estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala

**Cuadro No. 95.** Resultados del olor de las esferas de naranja

Características de las esferas de naranja	Frecuencia	Porcentaje
El olor no es agradable	8	100%
Se percibe olor a vitaminas	8	100%
Se percibe olor a naranja en descomposición	7	88%
Se percibe olor a ácido cítrico	1	13%
Les disgusta totalmente el olor	6	75%
Les disgusta poco el olor	2	25%
<b>Comentarios:</b> Olor mucho a vitaminas, huele a naranja amarga, olor a farmacia, olor a pastilla que se parte.		

**Cuadro No. 96.** Resultados del olor de las esferas de fresa

Características de las esferas de fresa	Frecuencia	Porcentaje
El olor es agradable	8	100%
Se percibe olor a fresa natural	8	100%
Solamente se percibe olor a fresa	8	100%
Ni le gusta ni le disgusta el olor	2	25%
Les gusta poco el olor	6	75%
<b>Comentarios de olor:</b> El olor de la fresa se encuentra bien.		

**Explicación cuadros No. 95 y No. 96:** Como se puede observar las esferas gelificadas de naranja no obtuvieron buenas características de olor ya que se percibía el olor a vitaminas, desagradable olor a naranja, el 75% de los participantes les disgustó totalmente el olor. En cambio las características de olor de las esferas gelificadas de fresa fueron mejor calificadas ya que todos los participantes mencionaron que el olor es agradable, se percibe un olor natural, no perciben las vitaminas.

**Cuadro No. 97.** Resultados de la apariencia de las esferas de naranja.

<b>Características de la esfera de naranja</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El color es totalmente homogéneo	8	100%
El color de la esfera gelificada de naranja que se aproxima a la cartilla de color es el número cinco	5	63%
El color de la esfera gelificada de naranja que se aproxima a la cartilla de color es el número cinco	3	38%
Les disgusta un poco el color	2	25%
Ni les gusta ni les disgusta el color	5	63%
Les gusta el color	1	13%
Les disgusta totalmente la forma	7	88%
Les disgusta poco la forma	1	13%
<b>Comentarios:</b> La muestra de naranja es más homogénea que la fresa. Sin embargo no parecen esferas, la forma es irregular.		

**Cuadro No. 98.** Resultados de la apariencia de las esferas de fresa

<b>Características de la esfera de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El color es bastante homogéneo	8	100%
El color de la esfera gelificada de fresa que se aproxima a la cartilla de color es el número “seis”	1	13%
El color de la esfera gelificada de fresa que se aproxima a la cartilla de color es el número “siete”	7	88%
Ni les gusta ni les disgusta el color	4	50%
Les gusta poco el color de las esferas	4	50%
Les disgusta totalmente la forma	7	88%
Les disgusta poco la forma	1	13%
<b>Comentarios:</b> La punta de las muestras tienen un color blanco. El resto de ésta si es homogéneo. No parecen esferas, la forma de éstas es muy irregular. Tiene forma de gotas.		

**Explicación cuadros No. 97 y No.98:** Como se puede observar las esferas gelificadas de naranja tuvieron solamente buenas características de homogeneidad, el 63% de los participantes no les gustó ni les disgustó el color, el 25% les disgusta poco el color, el 88% les disgustó totalmente la forma, por lo que la esfera de naranja no posee características de apariencia agradable. Las características de apariencia de las esferas gelificadas de fresa tuvieron calificaciones similares a las de naranja, solamente que el 50% de los participantes no les gustó ni les disgustó el color y el otro 50% les gustó poco el color, sin embargo en términos de homogeneidad fue mejor calificada la esfera de naranja. Por lo que ambas muestras no mostraron características de color ni forma agradable.

**Cuadro No. 99.** Resultados de la textura de las esferas de naranja.

<b>Características de la esfera de naranja</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Ni les gusta ni les disgusta la textura	8	100%
Les disgusta un poco la consistencia	5	63%
Ni les gusta ni les disgusta la consistencia	3	38%
<b>Comentarios:</b> La textura es suave. No hay explosión en la boca, se siente más como gomita, afuera se siente gelatinoso, adentro se siente pastoso.		

**Cuadro No. 100.** Resultados de la textura de las esferas de fresa.

<b>Características de la esfera de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Les disgusta un poco la textura	2	25%
Ni les gusta ni les disgusta la textura	4	50%
Les gusta la textura	2	25%
Ni les gusta ni les disgusta la consistencia	6	75%
Les gusta la consistencia	2	25%
Les disgusta un poco la sensación al masticarlo	3	38%
Ni les gusta ni les disgusta la sensación al masticarlo	5	63%
<b>Comentarios:</b> La textura es suave, pastosa, espesa. Al masticarlo deja granitos. La sensación de explosión en la boca se siente, pero no se siente el cambio, solo se siente una capa más fuerte en el exterior.		

**Explicación cuadros No. 99 y No. 100:** Se puede observar que las esferas gelificadas de naranja no cumplieron con las expectativas de las características de textura esperadas por los panelistas ya que el 100% ni les gustó ni les disgustó la textura, el 62% les disgusta un poco la consistencia, el 38% ni les gusta ni les disgusta la consistencia. A la vez se puede observar que las esferas gelificadas de fresa presentaron las mismas características ya que la mayoría de panelistas no les disgustó ni les gustó la textura, la consistencia y la sensación en la boca. Ambas poseen textura pastosa.

**Cuadro No. 101.** Resultados del sabor de las esferas de naranja.

Características de la esfera de naranja	Frecuencia	Porcentaje
Perciben un sabor amargo	8	100%
Perciben un sabor dulce	8	100%
Perciben un sabor a medicina	8	100%
El residuo después de masticar es de medicina	8	100%
No les gusta el sabor residual	8	100%
Se percibe un sabor leve a naranja	8	100%
Les disgusta totalmente el sabor	3	38%
Les disgusta poco el sabor	5	63%
<b>Comentarios:</b> Al masticar queda un residuo de sabor amargo. No les gusta el sabor residual ya que deja el sabor a medicina. El sabor que perciben es de naranja amarga, como la cáscara.		

**Cuadro No. 102.** Resultados del sabor de las esferas de fresa

Características de la esfera de fresa	Frecuencia	Porcentaje
No perciben un sabor amargo	8	100%
Perciben un sabor dulce	6	75%
Perciben un sabor poco dulce	2	25%
Les queda un residuo después de masticar	3	38%
Se percibe un sabor a fresa	8	100%
Se percibe bastante el sabor a fresa	8	100%
Ni les gusta, ni les disgusta el sabor	4	50%
Les gusta el sabor	4	50%
<b>Comentarios:</b> Al 37.5% les queda un sabor residual a metálico, con capas de granos. A este porcentaje no les gusta el residuo.		

**Explicación cuadros No. 101 y No. 102:** En las esferas gelificadas de naranja el 100% percibieron un sabor amargo, un sabor dulce, sabor a medicina, les deja un residuo después de masticar a sabor a medicina el cual les disgustó, el sabor a naranja fue leve. A la mayoría, el cual corresponde a un 63% les disgustó poco el sabor y al 38% les disgustó totalmente el sabor. En cambio en las esferas gelificadas de fresa el 100% no perciben sabor amargo, el 75% perciben un sabor dulce, el 25% perciben un sabor poco dulce, el 75% percibieron sabor a fresa en gran abundancia, el 50% no les gustó ni les disgustó el sabor y el otro 50% les gustó el sabor. En las esferas gelificadas de fresa el 38% les quedó un sabor residual a metálico desagradable.

**Cuadro No. 103.** Resultados de la opinión sobre el gusto que tendrán los niños después de masticar.

<b>¿Creen que a niños de siete a doce años, les gustará la sensación después de masticar?</b>
Para que a los niños les guste la sensación después de masticar, debería de ser más líquido, para que al morder salga el sabor y se sienta la diferencia de textura.

**Anexo 25.** Resultados más detallados del segundo grupo focal con estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala

**Cuadro No. 104.** Resultados del olor de las gomitas manzana-pera.

<b>Características de la gomita manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El olor es agradable	1	17%
El olor no es agradable	5	83%
Les disgusta poco el olor	2	33%
Ni les gusta ni les disgusta	3	50%
Les gusta poco el olor	1	17%
<b>Comentarios:</b> No se siente para nada el olor a fruta, se percibe un olor a gelatina y olor ácido		

**Cuadro No. 105.** Resultados del olor de las gomitas de fresa.

<b>Características de la gomita de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El olor no es agradable	6	100%
Les disgusta poco el olor	2	33%
Ni les gusta ni les disgusta	4	67%
<b>Comentarios:</b> No se siente para nada el olor a fruta, se percibe un olor a gelatina y olor ácido.		

**Explicación cuadros No.104 y No.105:** Como se puede observar las gomitas manzana-pera no tuvieron buenas características de olor ya que el 83% de los participantes no les agradó el olor ya que se percibía aroma a gelatina y aroma ácido, el 50% no les gustó ni les disgustó el olor, el 33% les disgustó poco el olor. Asimismo las características de aroma de las gomitas de fresa tampoco fueron bien aceptadas ya que el 100% encontraron un olor no agradable ya que al igual que las gomitas manzana-pera percibían un aroma a gelatina y aroma ácido, el 67% no les gusta ni les disgustó y el 33% les disgustó poco el olor.

**Cuadro No. 106.** Resultados de la apariencia de las gomitas manzana-pera.

Características de la gomita de manzana-pera	Frecuencia	Porcentaje
El color es para nada homogéneo	3	50%
El color es muy poco homogéneo	3	50%
El color de la gomita de manzana-pera que se aproxima a la cartilla de color es el número cuatro.	4	67%
El color de la gomita de manzana-pera que se aproxima a la cartilla de color es el número seis.	2	33%
Les disgusta un poco el color	1	17%
Ni les gusta ni les disgusta el color	4	67%
Les gusta un poco el color	1	17%
Les gusta totalmente la forma	6	100%
<b>Comentarios:</b> Color verde parece moho, poner un color más llamativo. Parecen manchas. Por estas razones no se les apetece y no les gusta la apariencia. Debería ser un tamaño más pequeño.		

**Cuadro No. 107.** Resultados de la apariencia de las gomitas de fresa.

Características de la gomita de fresa	Frecuencia	Porcentaje
El color es bastante homogéneo	2	33%
El color es totalmente homogéneo	4	67%
El color de la gomita de fresa que se aproxima a la cartilla de color es el número uno	6	100%
Les gusta totalmente el color	6	100%
Les gusta totalmente las formas	6	100%
<b>Comentarios:</b> Poseen partes blancas debido a la espuma de la formulación. Debería ser más pequeño el tamaño, quitar el aceite.		

**Explicación cuadros No.106 y No.107:** Como se puede observar las gomitas manzana-pera no tuvieron buenas características sensoriales en el color ya que el 67% no les gustó ni les disgustó el color, el 50% opinó que no existía homogeneidad en el producto y el otro 50% dijo que existía poca homogeneidad. Las

características de apariencia de las gomitas de fresa tuvieron muy buenas características sensoriales ya que al 100% les gustó totalmente el color, el 67% opinó que el color es totalmente homogéneo y el 33% opinó que el color es bastante homogéneo. A la vez mencionaron que a las gomitas de fresa se debía eliminar el aceite barnizado ya que no era agradable. En ambas muestras el 100% de los participantes les gustó las formas de las gomitas.

**Cuadro No. 108.** Resultados de la textura de las gomitas manzana-pera.

Características de la gomita de manzana-pera	Frecuencia	Porcentaje
Les gusta totalmente la textura	6	100%
Les gusta totalmente la sensación en la boca al masticar	6	100%
<b>Comentarios:</b> La gomita con forma de "estrella" posee un sabor diferente a la forma "cuadrada". La gomita con forma de "estrella" sabe a gelatina, sin sabor a fruta. En cambio la gomita "cuadrada" tiene un excelente sabor.		

**Cuadro No. 109.** Resultados de la textura de las gomitas de fresa.

Características de la gomita de fresa	Frecuencia	Porcentaje
Ni les gusta ni les disgusta la textura	4	67%
Les gusta poco la textura	2	33%
No les gusta la sensación de la boca al masticar	6	100%
<b>Comentarios:</b> Consistencia más suave que la gomita manzana-pera, el sabor es más ácido. No se siente sabor a fresa, sino sabor a ácido. La textura es pastosa y no es chiclosa. Textura aguada.		

**Explicación cuadros No. 108 y No.109:** Se puede observar que las gomitas manzana-pera tuvieron características de textura bastante satisfactorias porque al 100% les gustó totalmente la textura y la sensación en la boca al masticar. En cambio con las gomitas de fresa el 67% no les gustó ni les disgustó la textura y al 100% no les gustó la sensación en la boca al masticar debido a que la consistencia es más suave que la gomita manzana-pera y la textura es pastosa, aguada y no chiclosa.

**Cuadro No. 110.** Resultados del sabor de las gomitas manzana-pera.

<b>Características de la gomita manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No perciben un sabor amargo	6	100%
Perciben un sabor dulce	6	100%
Perciben un sabor ácido agradable	6	100%
No les queda ningún residuo después de masticar	6	100%
Ni les gusta ni les disgusta el sabor	3	50%
Les gusta un poco el sabor	3	50%
<b>Comentario:</b> No presentan sabor homogéneo, a veces se siente sabor a gelatina. La gomita no presenta un sabor definido. No presenta sabor a fruta, le falta sabor a fruta.		

**Cuadro No. 111.** Resultados del sabor de las gomitas de fresa.

<b>Características de la gomita de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No perciben un sabor amargo	6	100%
Perciben un sabor ácido	6	100%
Queda un residuo a ácido después de masticar	6	100%
Les disgusta poco el sabor	3	50%
Ni les gusta, ni les disgusta el sabor	3	50%
<b>Comentario:</b> Se percibe un sabor leve a dulce. Es más ácido que dulce. El sabor es de acidez, no sabe a fruta, acidez a piña. Debido al residuo de acidez solo lo comprarían una vez.		

**Explicación cuadros No. 110 y No. 111:** En las gomitas manzana-pera el 100% perciben un sabor amargo, un sabor dulce, un sabor ácido agradable y no les queda ningún residuo después de masticar, al 50% no les gusta ni les disgusta el sabor y al otro 50% les gusta un poco el sabor, esto es debido a que se siente el sabor a gelatina, no presenta un sabor homogéneo y no se percibe el sabor a fruta. En cambio en las gomitas de fresa el 100% percibieron sabor amargo, sabor dulce, les queda un residuo después de masticar, al 50% les disgusta poco el sabor y al otro 50% no les gusta ni les disgusta el sabor, esto es debido a que es muy ácido y deja un residuo de acidez no agradable.

**Anexo 26.** Resultados más detallados de los grupos focales conformados por mamás.

**Cuadro No. 112.** Resultados del olor de las gomitas manzana-pera.

<b>Características de la gomita manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No les gusta para nada el olor	2	13%
Ni les agrada ni les desagrada el olor	5	31%
Les gusta un poco el olor	1	6%
Les gusta totalmente el olor	8	50%
<b>Comentarios:</b> Sintieron olor a fruta: a banano, piña, durazno algunas sintieron el olor a manzana pero muy leve. Huele agradable. No se percibe el olor a vitaminas por eso les gustará a los niños.		

**Cuadro No. 113.** Resultados del olor de las gomitas de fresa.

<b>Características de la gomita de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Les gusta totalmente el olor	16	100%
<b>Comentarios:</b> Se siente el olor a fresa, no se percibe el olor a vitaminas.		

**Explicación cuadros No.112 y No.113:** Como se puede observar el 50% de las participantes opinaron que les gusta totalmente el olor de las gomitas manzana-pera, el 31% no les agradó ni les disgustó el olor, el 13% no les gusta para nada el olor y el 6% les gusta un poco el olor. Las participantes identificaron un aroma frutal, pero no el aroma de la fruta correspondiente sino que percibieron olor a banano, piña, durazno y solamente algunas sintieron un olor leve a manzana. En cambio para las gomitas de fresa el 100% de las participantes les gustó totalmente el olor y lograron identificar inmediatamente el olor a fresa. En ambas muestras no se percibió el olor a vitaminas, con lo cual, mencionaron que por esta razón les gustaría a los niños.

**Cuadro No. 114.** Resultados de la apariencia de las gomitas manzana-pera.

<b>Características de la gomita de manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El color es homogéneo	16	100%
El color de la gomita de manzana-pera que se aproxima a la cartilla de color es el número cuatro.	10	63%
El color de la gomita de manzana-pera que se aproxima a la cartilla de color es el número cinco.	6	38%
Les gusta totalmente el color	16	100%
<b>Comentario:</b> Tiene superficie blanca pero no es desagradable. El color está bien por ser natural. La forma está bien pero debería tener una figura para llamar la atención. El tamaño está bien, pero entre más grande mejor, les llamaría la atención.		

**Cuadro No. 115.** Resultados de la apariencia de las gomitas de fresa.

<b>Características de la gomita de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El color es homogéneo	16	100%
El color de la gomita de fresa que se aproxima a la cartilla de color es el número cuatro.	12	75%
El color de la esfera gelificada de fresa que se aproxima a la cartilla de color es el número cinco.	4	25%
Les gusta totalmente el color	16	100%
<b>Comentario:</b> Tienen superficies blancas pero no les desagrada. El color está bien ya que tiene el color a fresa y llama la atención. La forma está bien pero debería tener una figura para llamar la atención. El tamaño está bien, pero entre más grande mejor, les llamaría la atención.		

**Explicación cuadros No.114 y No.115:** Como se puede observar las gomitas manzana-pera obtuvieron excelentes características en el color ya que al 100% de las participantes les gustó totalmente y opinan que es homogéneo y que a pesar que tienen superficies blancas, no les desagrada. Las características de apariencia de las gomitas de fresa también obtuvieron excelentes características en el color ya que al 100% les gustó totalmente y opinan que es homogéneo y a pesar que también poseen superficies blancas no les desagrado. En ambas muestras a las participantes les gustó la forma de las gomitas, pero opinan que deben ser de diferentes figuras para llamar más la atención.

**Cuadro No. 116.** Resultados de la textura de las gomitas manzana-pera.

<b>Características de la gomita de manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Les gusta poco la textura	16	100%
Les gusta totalmente la sensación en la boca al masticar	16	100%
<b>Comentarios:</b> Está un poco dura para los niños, debería de ser un poquito más suave. La sensación que perciben es deliciosa. Les gustaría que ambas muestras tuvieran la misma textura.		

**Cuadro No. 117.** Resultados de la textura de las gomitas de fresa.

<b>Características de la gomita de fresa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Les gusta totalmente la textura	16	100%
Les gusta totalmente la sensación en la boca al masticar	16	100%
<b>Comentarios:</b> La textura es mejor ya que es más suave y ácida. Prefieren la suavidad de ésta gomita y la acidez es agradable.		

**Explicación cuadros No.116 y No.117:** Se puede observar que las gomitas manzana-pera y fresa obtuvieron características de textura bastante satisfactorias porque al 100% les gustó totalmente la textura y la sensación en la boca al masticar. Sin embargo las participantes opinaron que la textura manzana-pera era muy dura para los niños y que debía tener la textura de la gomita de fresa.

**Cuadro No. 118.** Resultados del sabor de las gomitas manzana-pera

<b>Características de la gomita manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No perciben un sabor amargo	16	100%
Perciben sabor dulce	16	100%
No perciben sabor ácido	8	50%
Perciben un poco de acidez	8	50%
No perciben sabor a fruta	13	81%
Se siente muy poco el sabor a fruta	16	19%
No perciben sabor desagradable	16	100%

<b>Continuación Cuadro No. 118. Resultados del sabor de las gomitas manzana-pera</b>		
<b>Características de la gomita manzana-pera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No les queda ningún sabor residual	16	100%
Características de la gomita manzana-pera	Frecuencia	Porcentaje
Les gusta totalmente el sabor	16	100%
Comentarios: Necesita más sabor a fruta.		

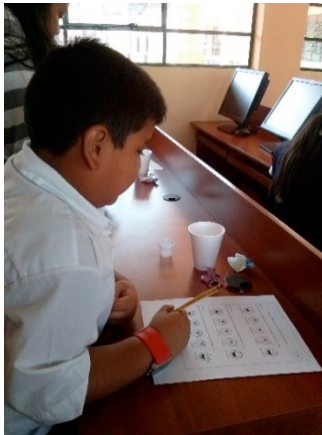
**Cuadro No. 119. Resultados del sabor de las gomitas de fresa.**

Características de la gomita de fresa	Frecuencia	Porcentaje
No perciben un sabor amargo	16	100%
Perciben un sabor dulce agradable	16	100%
Perciben un sabor ácido agradable	16	100%
El sabor que más perciben es ácido	16	100%
No les queda ningún sabor residual	16	100%
Les gusta el sabor	16	100%
Perciben totalmente el sabor a fresa	16	100%
Comentario: Les gusta el sabor de la gomita, es más ácido que la gomita de manzana-pera.		

**Explicación cuadros No. 118 y No. 119:** En las gomitas manzana-pera el 50% no percibe sabor ácido y el otro 50% percibe un poco de acidez. El 81% no perciben sabor a fruta y el otro 19% percibe un poco el sabor a fruta, por lo que los participantes mencionaron que ésta gomita necesita más sabor a fruta. En cambio en la gomita de fresa el 100% de las participantes percibieron un sabor ácido agradable, es el sabor que más percibieron y perciben totalmente el sabor a fresa. En ambas muestras les gustó a todas las participantes el sabor, no les dejaban ningún sabor residual, percibían sabor dulce y no percibían sabor amargo.

**Anexo 27.** Fotos obtenidas en la prueba de validación de escala hedónica de caritas faciales en niños y niñas de 7-9 años

**Ilustración No. 33.** Fotos prueba validación de escala hedónica



**Anexo 28.** Fotos obtenidas en el primer grupo focal con estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala

**Ilustración No. 34.** Fotos primer grupo focal



**Anexo 29.** Fotos obtenidas en el segundo grupo focal con estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala

**Ilustración No. 35.** Fotos segundo grupo focal evaluando las gomitas manzana-pera y fresa



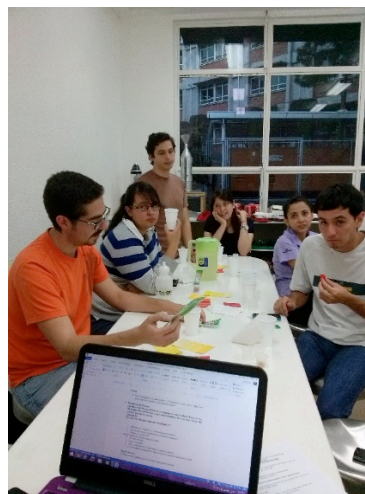
**Continuación Ilustración No. 35.** Fotos segundo grupo focal evaluando las gomitas manzana-pera y fresa



**Ilustración No. 36. Fotos evaluando las gomitas GumyVit y las gomitas elaboradas de manzana-pera y fresa**



**Ilustración No. 37.** Fotos evaluando el empaque de GumyVit



**Anexo 30:** Fotos obtenidas en el primer grupo focal conformados por mamás.

**Ilustración No. 38.** Fotos primer grupo focal con mamás





**Anexo 31.** Fotos obtenidas en el segundo grupo focal conformados por mamás

**Ilustración No. 39.** Fotos segundo grupo focal con mamás





Anexo 32. Fotos obtenidas en la prueba de aceptabilidad y preferencia

Ilustración No. 40. Fotos prueba de aceptabilidad y preferencia









**Anexo 33.** Fotos obtenidas en la aceptabilidad del diseño del empaque  
**Ilustración No. 41.** Fotos aceptabilidad del diseño del empaque







## Anexo 34. Descripción de toma de resultados de peso y longitud en ratas

Ilustración No. 42. Resultados de peso y longitud en ratas

Grupo 3	48	44	44	42	48	46	44	44
	G4M1	G4M2	G4M3	G4M4	G4H1	G4H2	G4H3	G4H4
Grupo 4	48	46	44	42	48	46	44	44
	G5M1	G5M2	G5M3	G5M4	G5H1	G5H2	G5H3	G5H4
Grupo 5	46	46	44	42	48	48	44	44
Otra forma de ordenar los datos								
		17/09/2014		18/09/2014		19/09/2014		22/09/2014
		Longitud	Peso	Longitud	Peso	Longitud	Peso	Longitud
Grupo 1	G1M1	17.5	50	20	57	21.4	63	22.8
	G1M2	17.5	44	18.2	49	19	52	21
	G1M3	16.6	44	18	45	17.5	45	19.7
	G1M4	16.4	42	18.2	47	18.5	51	19.5
	G1H1	17.2	48	18.6	52	19.2	55	19.2
	G1H2	18	46	18.6	49	19.8	52	20.5
	G1H3	17.5	46	18	48	19	52	19.5
	G1H4	16	42	16.5	44	17.3	45	18.5
Grupo 2	G2M1	19	50	23	53	19.5	54	19
	G2M2	16.9	44	17.1	43	17.4	42	18.4
	G2M3	17.2	44	18	42	17.4	41	18.6
	G2M4	16.4	42	16.4	41	16.5	40	17.4
	G2H1	16.5	48	17.2	46	17.5	44	18.2
	G2H2	18	46	19.2	46	19	46	19.3
	G2H3	18.1	44	19.4	45	19.2	46	19.5
	G2H4	17.2	44	17.3	45	19	45	18.6
	G3M1	18	48	18.6	48	19	50	19.5
	G3M2	18	44	18	44	18.5	44	18
	G3M3	18.2	44	18.4	45	19	47	19.4
	G3M4	16.2	42	16.2	39	17.2	41	17.5
	G3H1	17.2	48	17.2	47	17.2	47	17.5
	G3H2	18.4	46	19	48	19	48	19.5

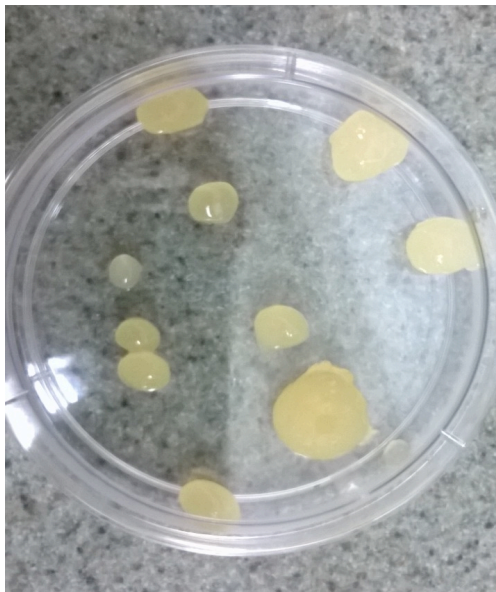
**Anexo 35.** Descripción y presentación de análisis de resultados de peso y longitud de ratas

**Ilustración No. 43.** Análisis de resultados de peso y longitud de ratas

Miércoles 01/10/2014		Jueves 02/10/2014		Viernes 03/10/2014					
140 gramos al grupo 1, 100 gramos al grupo 2, 100 gramos al grupo 3, 100 gramos al grupo 4 y 100 gramos al grupo 5									
Peso	P-R	Peso	P-R	Peso	P-R	Promedio por ratón	Código de color		
145	60	157	72	166	81	44.5	1er bloque b Grupo 1		
121	51	127	57	133	63	38	2do. bloque Grupo 2		
106	46	113	53	119	59	33	3er bloque Grupo 3		
120	57	129	66	139	76	43.125	4to bloque Grupo 4		
117	42	127	52	130	55	29.625	5to bloque Grupo 5		
117	44	126	53	133	60	33.25			
104	35	108	39	113	44	24.125			
96	35	99	38	97	36	24.125	Nota: Se realizó el experimento por 2 semanas(11		
54	3	53	2	53	2	3.125			
45	5	43	3	42	2	3.625	P-R= Peso - referencia		
39	0	39	0	40	1	0.875			
43	4	41	2	42	3	2.625			
42	-1	43	0	42	-1	-0.125			
47	2	47	2	45	0	2.625			
49	4	47	2	46	1	2			
45	2	45	2	43	0	1.5			
53	5	52	4	51	3	4			
43	2	42	1	40	-1	2			
48	3	47	2	46	1	3.5			
46	7	44	5	44	5	4.625			
47	2	45	0	44	-1	0.375			
53	7	51	5	47	1	5.375			
57	10	56	9	54	7	7.375			
44	3	43	2	41	0	2.375			

**Anexo 36.** Producto antes de la determinación de vida de anaquel

**Ilustración No. 44.** Primera formulación (esferas gelificadas de naranja) antes de la determinación de la vida de anaquel



**Ilustración No. 45.** Primera formulación (esferas gelificadas de naranja) después de la determinación del estudio de la vida de anaquel



**Ilustración No. 46.** Segunda formulación (esferas gelificadas de naranja y de fresa) antes de la determinación del estudio de la vida de anaquel

Las esferas de naranja se encuentran en la imagen de la izquierda y las esferas de fresa se encuentran en la imagen de la derecha.



**Ilustración No. 47.** Segunda formulación (esferas gelificadas de naranja y de fresa) después de la determinación del estudio de la vida de anaquel



**Ilustración No. 48.** Tercera formulación (gomitas de manzana-pera y fresa, de izquierda a derecha) antes de la determinación del estudio de la vida de anaquel



**Imagen No. 49.** Tercera formulación (gomitas de manzana-pera y fresa) después de la determinación del estudio de la vida de anaquel, aparición de moho



**Anexo 37.** Tiempo de vida de anaquel de las primeras formulaciones**Cuadro No. 120.** Tiempo de vida de anaquel y factor de deterioro de las primeras formulaciones

No. de formulación	Tiempo de vida de anaquel	Factor de deterioro
1. Esferas gelificadas de naranja	7 días	Oscurecimiento y deshidratación de las muestras
2. Esferas gelificadas de fresa y naranja	3 días	Fermentación

**Anexo 38.** Imagen de los empaques utilizados**Ilustración No. 50.** Empaques utilizados para el estudio de vida de anaquel

El empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc se encuentra en la izquierda y el empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc se encuentra en la derecha.







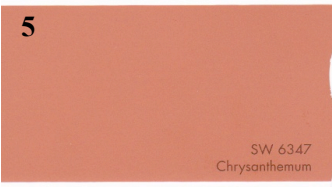


**Anexo 39.** Información de los empaques utilizados

**Cuadro No. 121.** Características y composición de los empaques utilizados.

	<b>Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc</b>	<b>Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc</b>
<b>Material de empaque</b>	Poliéster transparente/ polietileno de baja densidad transparente	Poliéster transparente/ polietileno de baja densidad transparente
<b>Capacidad</b>	50 g	150 g
<b>Ancho</b>	80 mm	130 mm
<b>Largo</b>	170 mm	205 mm
<b>Gramaje</b>	114.03 g/m <sup>2</sup>	78.75 g/m <sup>2</sup>
<b>Calibre</b>	229 MC	79 MC
<b>Aditivos</b>	Aditivos UV	N/A

**Anexo 40.** Cartilla de color utilizada para gomita de fresa

**Ilustración 51.** Cartilla utilizada para el color de la gomita de fresa

<p><b>1</b></p>  <p>50</p> <p>SW 6343 Alluring White</p>	<p><math>L^* = 90.85</math>  <math>a^* = 1.79</math>  <math>b^* = 9.39</math></p>
<p><b>2</b></p>  <p>SW 6344 Peach Fuzz</p>	<p><math>L^* = 85.41</math>  <math>a^* = 5.50</math>  <math>b^* = 14.72</math></p>
<p><b>3</b></p>  <p>SW 6345 Sumptuous Peach</p>	<p><math>L^* = 79.13</math>  <math>a^* = 10.44</math>  <math>b^* = 22.38</math></p>
<p><b>4</b></p>  <p>SW 6346 Fame Orange</p>	<p><math>L^* = 70.69</math>  <math>a^* = 19.02</math>  <math>b^* = 28.58</math></p>
<p><b>5</b></p>  <p>SW 6347 Chrysanthemum</p>	<p><math>L^* = 60.18</math>  <math>a^* = 23.50</math>  <math>b^* = 31.88</math></p>
<p><b>6</b></p>  <p>SW 6348 Reynard</p>	<p><math>L^* = 52.83</math>  <math>a^* = 26.32</math>  <math>b^* = 33.83</math></p>
<p><b>7</b></p>  <p>SW 6349 Pennywise</p>	<p><math>L^* = 46.13</math>  <math>a^* = 26.72</math>  <math>b^* = 33.50</math></p>

**Anexo 41.** Cartilla de color utilizada para gomita de manzana-pera

**Ilustración 52.** Cartilla utilizada para el color de la gomita de manzana-pera

<p>1</p> <p>100</p> <p>◇</p> <p>SW 6693 Lily</p>	<p><math>L^* = 92.76</math>  <math>a^* = -3.64</math>  <math>b^* = 20.41</math></p>
<p>2</p> <p>◇</p> <p>SW 6694 Glad Yellow</p>	<p><math>L^* = 90.97</math>  <math>a^* = -4.71</math>  <math>b^* = 30.28</math></p>
<p>3</p> <p>◇</p> <p>SW 6695 Midday</p>	<p><math>L^* = 88.47</math>  <math>a^* = -4.30</math>  <math>b^* = 45.15</math></p>
<p>4</p> <p>◇ P</p> <p>SW 6696 Quilt Gold</p>	<p><math>L^* = 81.96</math>  <math>a^* = -3.60</math>  <math>b^* = 55.68</math></p>
<p>5</p> <p>P</p> <p>SW 6697 Nugget</p>	<p><math>L^* = 75.36</math>  <math>a^* = -2.22</math>  <math>b^* = 59.92</math></p>
<p>6</p> <p>P</p> <p>SW 6698 Kingdom Gold</p>	<p><math>L^* = 71.46</math>  <math>a^* = -1.69</math>  <math>b^* = 67.07</math></p>
<p>7</p> <p>SW 6699 Crispy Gold</p>	<p><math>L^* = 67.15</math>  <math>a^* = -0.61</math>  <math>b^* = 62.84</math></p>

**Anexo 42.** Resultados obtenidos de los cambios sensoriales de las gomitas

**Cuadro No. 122.** Datos de la prueba de aceptabilidad general de las gomitas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 229 mc.

Panelista/Temperatura	Inicial	4°C	30°C	35°C	40°C
1	5	5	5	3	2
2	4	4	4	4	4
3	5	5	4	4	4
4	5	5	5	4	4
5	5	5	4	4	3
<b>PROMEDIO</b>	4.8	4.8	4.4	3.8	3.4

**Cuadro No. 123.** Datos de la prueba de aceptabilidad general de las gomitas. Empaque de poliéster/polietileno de calibre 79 mc.

Panelista/Temperatura	Inicial	4°C	30°C	35°C	40°C
1	5	5	4	4	3
2	4	5	4	4	4
3	5	4	5	3	3
4	5	4	3	4	3
5	5	5	3	3	3
<b>PROMEDIO</b>	4.8	4.6	3.8	3.6	3.2

**Anexo 43.** Análisis de la varianza de las variables fisicoquímicas

**Cuadro No. 124.** Análisis de varianza para la actividad de agua

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	0.352083333	1	0.352083	2.720775	0.101852	3.925834
<b>B: Empaque</b>	1.457681467	3	0.485894	3.754814	0.012973*	2.685643
<b>Interacción:AB</b>	0.069396667	3	0.023132	0.178758	0.910608	2.685643
<b>Residual</b>	14.49342173	112	0.129406			
<b>TOTAL</b>	16.3725832	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 125.** Análisis de varianza para la dureza

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	5497660	1	5497660	1.938561992	0.166583	3.925834
<b>B: Empaque</b>	45110504	3	15036835	5.302225863	0.001869*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	1637171	3	545723.5	0.192430757	0.901366	2.685643
<b>Residual</b>	3.18E+08	112	2835948			
<b>TOTAL</b>	3.7E+08	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 126.** Análisis de varianza para la pegajosidad

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	23632.13	1	23632.13	1.043896	0.309119	3.925834
<b>B: Empaque</b>	267618	3	89206.01	3.940473	0.010267*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	13666.07	3	4555.356	0.201222	0.89535	2.685643
<b>Residual</b>	2535501	112	22638.4			
<b>TOTAL</b>	2840417	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 127.** Análisis de varianza para el valor de Luminosidad (L\*) de la gomita de fresa

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	1931.457	1	1931.457	2.798036	0.097171	3.925834
<b>B: Empaque</b>	10925.61	3	3641.87	5.275853	0.001932*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	384.9379	3	128.3126	0.185882	0.90581	2.685643
<b>Residual</b>	77312.51	112	690.2903			
<b>TOTAL</b>	90554.51	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 128.** Análisis de varianza para el valor de a\* de la gomita de fresa

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	149.4994	1	149.4994	1.576638	0.211859	3.925834
<b>B: Empaque</b>	972.3244	3	324.1081	3.418082	0.01984*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	55.43761	3	18.4792	0.194884	0.899693	2.685643
<b>Residual</b>	10620.02	112	94.82163			
<b>TOTAL</b>	11797.28	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 129.** Análisis de varianza para el valor de b\* de la gomita de fresa

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	331.3363	1	331.3363	1.941862	0.166226	3.925834
<b>B: Empaque</b>	2027.377	3	675.7924	3.960615	0.01001*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	98.11911	3	32.70637	0.191682	0.901876	2.685643
<b>Residual</b>	19110.35	112	170.6281			
<b>TOTAL</b>	21567.18	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 130.** Análisis de varianza para el valor de Luminosidad (L\*) de la gomita de manzana-pera

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	2856.85	1	2856.85	2.484998	0.117757	3.925834
<b>B: Empaque</b>	15411.41	3	5137.138	4.468481	0.005289*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	551.092	3	183.6973	0.159787	0.923162	2.685643
<b>Residual</b>	128759.5	112	1149.639			
<b>TOTAL</b>	147578.9	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 131.** Análisis de varianza para el valor de a\* de la gomita de manzana-pera

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	6.288341	1	6.288341	2.602405	0.109516	3.925834
<b>B: Empaque</b>	26.87037	3	8.95679	3.706731	0.013784*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	0.908969	3	0.30299	0.125391	0.944909	2.685643
<b>Residual</b>	270.6321	112	2.416358			
<b>TOTAL</b>	304.6998	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 132.** Análisis de varianza para el valor de b\* de la gomita de manzana-pera

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	1169.376	1	1169.376	2.146528	0.145694	3.925834
<b>B: Empaque</b>	6597.464	3	2199.155	4.036807	0.009095*	2.685643
<b>Interacción: AB</b>	371.3474	3	123.7825	0.227217	0.877287	2.685643
<b>Residual</b>	61014.88	112	544.7757			
<b>TOTAL</b>	69153.07	119				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Anexo 44.** Análisis de la varianza de los cambios microbiológicos**Cuadro No. 133.** Análisis de varianza para el recuento total de aerobios mesófilos

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	0.075204	1	0.075204	0.054807	0.816392	4.149097
<b>B: Empaque</b>	4.041044	3	1.347015	0.981681	0.413648	2.90112
<b>Interacción: AB</b>	0.079436	3	0.026479	0.019297	0.99628	2.90112
<b>Residual</b>	43.90885	32	1.372152			
<b>TOTAL</b>	48.10453	39				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Cuadro No. 1: Análisis de varianza para el recuento de mohos y levaduras**

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	0.222696	1	0.222696	0.166171	0.686252	4.149097
<b>B: Empaque</b>	2.338002	3	0.779334	0.581524	0.631443	2.90112
<b>Interacción: AB</b>	0.316638	3	0.105546	0.078756	0.971055	2.90112
<b>Residual</b>	42.88506	32	1.340158			
<b>TOTAL</b>	45.76239	39				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Anexo 45. Análisis de la varianza de los cambios sensoriales****Cuadro No. 135. Análisis de varianza para los cambios en aceptabilidad general del producto.**

<i>Fuente de varianza</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Coefficiente F</i>	<i>Valor- P</i>	<i>F crit</i>
<b>A: Temperatura</b>	0.72	1	0.72	2.117647	0.153414	4.084746
<b>B: Empaque</b>	16.48	4	4.12	12.11765	1.52E-06*	2.605975
<b>Interacción: AB</b>	0.48	4	0.12	0.352941	0.840435	2.605975
<b>Residual</b>	13.6	40	0.34			
<b>TOTAL</b>	31.28	49				

\*Existe diferencia significativa para 95%. GL=grados de libertad. SC=suma de cuadrados. CM= cuadrado medio. Coeficiente F=valor F calculado. Valor-P= probabilidad al 95% de confianza.

**Anexo 46.** Datos obtenidos para la determinación de vitamina C al inicio y final de la vida de anaquel.

**Cuadro No. 136.** Volúmenes de Indofenol utilizados para la titulación de muestra y el blanco

Muestras	Titulación $\pm 0.1$	Blanco $\pm 0.1$
1	7.5 mL	6.0 mL
2	7.3 mL	6.0 mL
3	6.6 mL	6.0 mL
4	6.7 mL	6.0 mL

**Cuadro No. 137.** Volúmen de extracción, volumen de muestra y mg de ácido ascórbico equivalentes a 1 mL de solución de Indofenol

Muestras	Volúmen de extracción $\pm 0.1$	Volumen de muestra $\pm 0.1$	Mg de ácido ascórbico equivalente $\pm 0.1$
1	5.4 mL	2 mL	0.444
2	5.3 mL	2 mL	0.444
3	3.0 mL	2 mL	0.444
4	3.2 mL	2 mL	0.444

**Anexo No. 47.** Cálculos realizados para la determinación de vitamina C en la muestra 1

$$(X - B) * \left(\frac{F}{E}\right) * \left(\frac{V}{Y}\right)$$

$$(7.5 \text{ mL} - 6 \text{ mL}) * \left(\frac{0.444 \text{ mg}}{5 \text{ g}}\right) * \left(\frac{7 \text{ mL}}{2 \text{ mL}}\right) = 0.3596 \frac{\text{mg de ác. ascórbico}}{\text{g de muestra}}$$

$$0.35964 \text{ mg de ác. ascórbico} * 50 = 17.982 \text{ mg de ác. ascórbico}$$

$$= 17.982 \text{ (0.002mg de ác. ascórbico en 50 gramos de muestra)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de ácido ascórbico presente en las demás muestras.

**Anexo No.48.** Cálculos realizados para la determinación de Vitamina B12 en la muestra 1

**Cuadro No. 138.** Concentración de vitamina B12 obtenida al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales

Muestras	Concentración
1	1.29 µg/mL
2	1.14 µg/mL

**Cuadro No. 139.** Concentración de vitamina B12 obtenida al final de la vida de anaquel de las gomitas funcionales

Muestras	Concentración
1	0.91 µg/mL

$$\frac{1.295\mu\text{g}}{\text{mL}} * 100 \text{ ml (volumen al que se llevo la muestra )}$$

$$= 129.5 \text{ (0.003 } \mu\text{g en 50 gramos de muestra)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de Vitamina B12 presente en las demás muestras.

**Anexo No. 49.** Cálculos realizados para la determinación de ácido fólico en la muestra 1

**Cuadro No. 140.** Concentración de ácido fólico obtenido al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales

Muestras	Concentración
1	3908.67 µg/mL
2	1896.36 µg/mL

**Cuadro No. 141.** Concentración de ácido fólico obtenida al final de la vida de anaquel de las gomas funcionales

Muestras	Concentración
1	3078.21 $\mu\text{g/mL}$

$$\frac{3908.67 \mu\text{g}}{\text{mL}} * 10 \text{ mL (volumen al que se llevo la muestra )}$$

$$= 39086.6 \text{ (0.002 } \mu\text{g en 50 gramos de muestra)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de Ácido Fólico presente en las demás muestras.

**Anexo 50.** Cálculos realizados para la determinación de zinc

**Cuadro No. 142.** Concentración de zinc obtenida al inicio de la vida de anaquel de las gomas funcionales.

Muestras	Concentración
1	1.63 mg/L
2	1.62 mg/L

**Cuadro No. 143.** Concentración de Zinc obtenida al final de la vida de anaquel de las gomas funcionales

Muestras	Concentración
1	1.13 mg/L

$$(1.63 \text{ mg})/1000\text{mL} * 100 \text{ (0.1ml (volumen al que se llevo la muestra )}$$

$$= 0.163 \text{ (0.002 mg en 50 gramos de muestra)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de Zinc presente en las demás muestras.

**Anexo 51.** Cálculos realizados para la determinación de hierro

**Cuadro No. 144.** Concentración de hierro obtenida al inicio de la vida de anaquel de las gomitas funcionales.

Muestras	Concentración
1	1.55 mg/L
2	1.37 mg/L

**Cuadro No. 145.** Concentración de hierro obtenida al final de la vida de anaquel de las gomitas funcionales

Muestras	Concentración
1	0.79 mg/L

$$\frac{1.55 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} * \frac{10 \text{ mL sol.}}{1 \text{ mL sol muestra}} * \frac{25 \text{ mL sol muestra}}{100 \text{ mL sol}} * 100 \text{ mL sol} =$$

$$0.3875 \text{ (0.025 mg en 50 gramos de muestra)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de Hierro presente en las demás muestras.

**Anexo No. 52.** Cálculos realizados para la determinación de Proteína muestra 1

**Cuadro No. 146.** Volumen gastado de Ácido Clorhídrico 0.1N durante la titulación al inicio de la vida de anaquel de las gomitas

Muestras	Volúmen ±0.1
1	19.0 mL
2	18.2 mL

**Cuadro No. 147.** Volumen gastado de Ácido Clorhídrico 0.1N durante la titulación al final de la vida de anaquel de las gomitas

Muestras	Volúmen ±0.1
1	18.4 mL
2	18.6 mL

$$((19.0 * 0.014 * 0.1N(\text{concentracion de HCL}) * 100)/(2 \text{ g})) * 6.25 = 8.31 \text{ (0.002g de proteína total)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de proteína presente en las demás muestras.

**Anexo 53.** Cálculos realizados para la determinación de Proteína aportada nutricionalmente por las gomitas funcionales, muestra 1

$$(8.31 \text{ g de proteína total} \cdot 38\% (\text{porcentaje nutricional de absorción})) \\ = 3.16 \text{ (0.004 gramos de proteína)}$$

Se realizó el mismo procedimiento para calcular la cantidad de proteína absorbida nutricionalmente en las demás muestras.

**Anexo 54.** Resultados obtenidos durante las determinaciones

**Cuadro No. 148.** Miligramos de ácido ascórbico en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel

<b>Muestras</b>	<b>Ácido Ascórbico <math>\pm 0.002</math></b>
Muestra 1	17.98 mg
Muestra 2	15.98 mg
<b>Promedio</b>	<b>16.98 mg</b>

**Cuadro No. 149.** Miligramos de ácido ascórbico en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel

<b>Muestras</b>	<b>Ácido Ascórbico <math>\pm 0.002</math></b>
Muestra 1	4.44 mg
Muestra 2	3.33 mg
<b>Promedio</b>	<b>3.89 mg</b>

**Cuadro No. 150.** Microgramos de vitamina B12 en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel

<b>Muestras</b>	<b>Vitamina B12 <math>\pm 0.0001</math></b>
Muestra 1	129.5 $\mu\text{g}$
Muestra 2	113.6 $\mu\text{g}$
<b>Promedio</b>	<b>121.6 <math>\mu\text{g}</math></b>

**Cuadro No. 151.** Microgramos de vitamina B12 en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel

<b>Muestras</b>	<b>Vitamina B12 <math>\pm 0.0001</math></b>
Muestra 1	91.2 $\mu\text{g}$

**Cuadro No. 152.** Microgramos y miligramos de ácido fólico en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel

<b>Muestras</b>	<b>Ácido Fólico (0.002)</b>	<b>Ácido Fólico (0.002)</b>
Muestra 1	39086.6 µg	39.09 mg
Muestra 2	30782.0 µg	30.78 mg
<b>Promedio</b>	<b>34934.3 µg</b>	<b>34.94 mg</b>

Cuadro No. 153. Microgramos de ácido fólico en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel.

<b>Muestras</b>	<b>Ácido Fólico (0.002)</b>	<b>Ácido Fólico (0.002)</b>
Muestra 1	18963.6 µg	18.96 mg

**Cuadro No. 154.** Miligramos de hierro en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel.

<b>Muestras</b>	<b>Hierro(0.025)</b>
Muestra 1	0.386 mg
Muestra 2	0.343 mg
<b>Promedio</b>	<b>0.365 mg</b>

**Cuadro No. 155.** Miligramos de hierro en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel.

<b>Muestras</b>	<b>Hierro (0.025)</b>
Muestra 1	0.198 mg

**Cuadro No. 156.** Miligramos de zinc en 50 gramos de muestra al inicio de la vida de anaquel.

<b>Muestras</b>	<b>Zinc (0.002)</b>
Muestra 1	0.163 mg
Muestra 2	0.162 mg
<b>Promedio</b>	<b>0.163 mg</b>

**Cuadro No. 157.** Miligramos de zinc en 50 gramos de muestra al final de la vida de anaquel.

<b>Muestras</b>	<b>Zinc (0.002)</b>
Muestra 1	0.113 mg

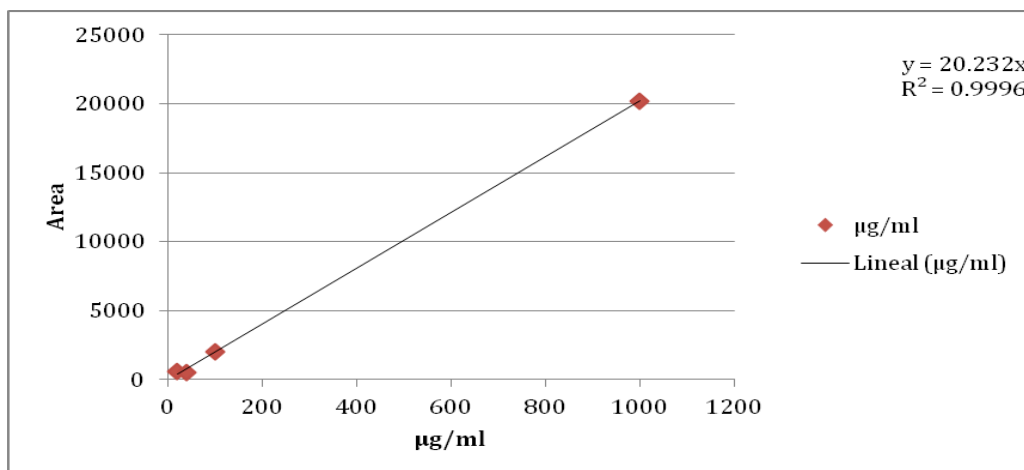
**Anexo 55.** Segunda determinación de vitaminas y minerales

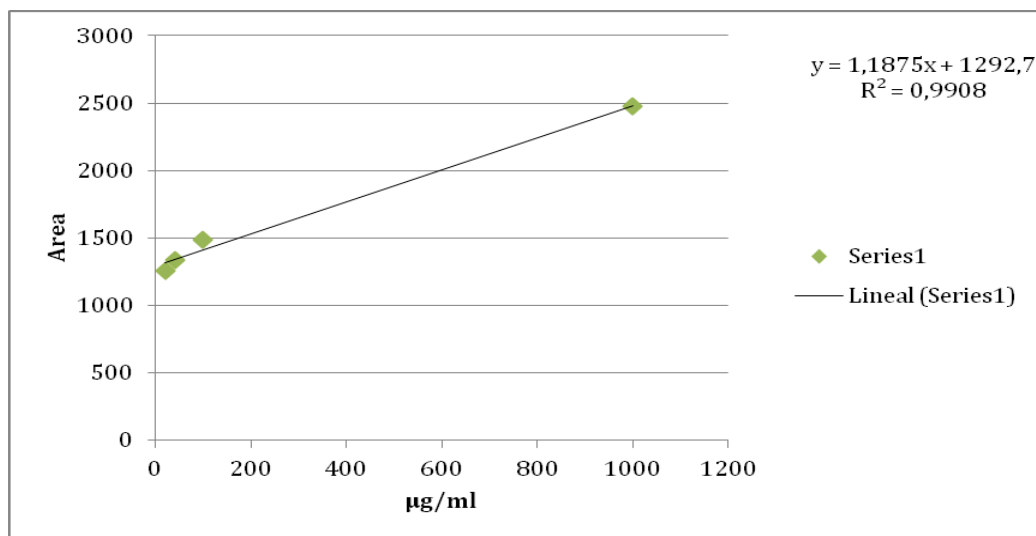
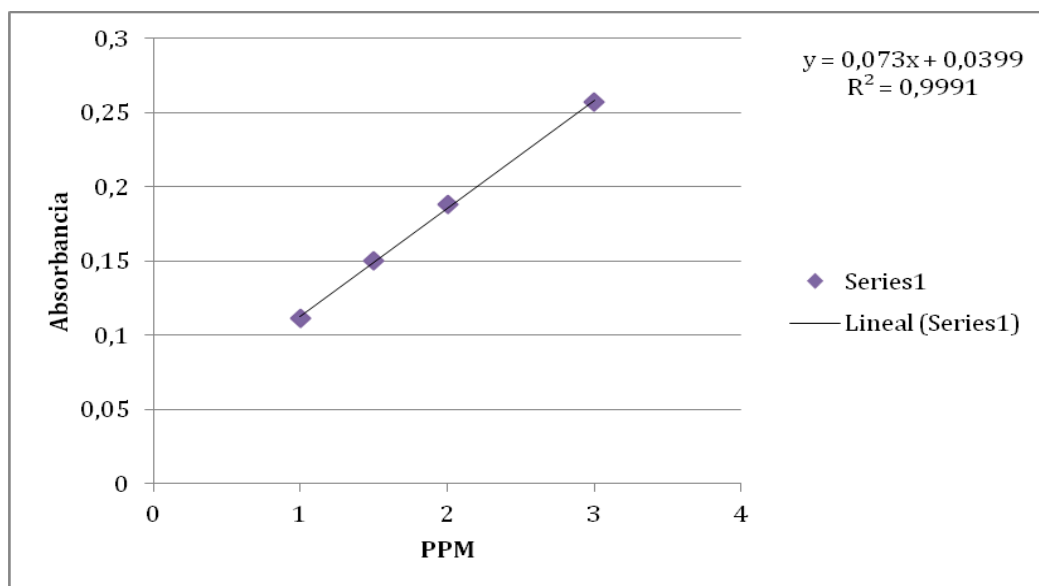
**Cuadro No. 158.** Concentración de vitamina B12, ácido fólico, hierro y zinc en 15 gramos de muestra al inicio de la vida útil del producto

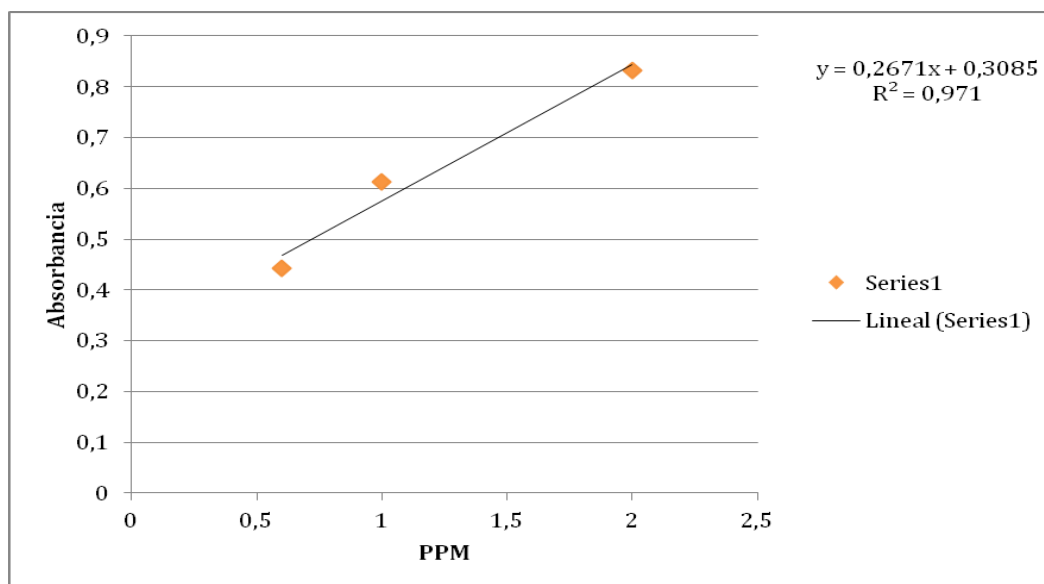
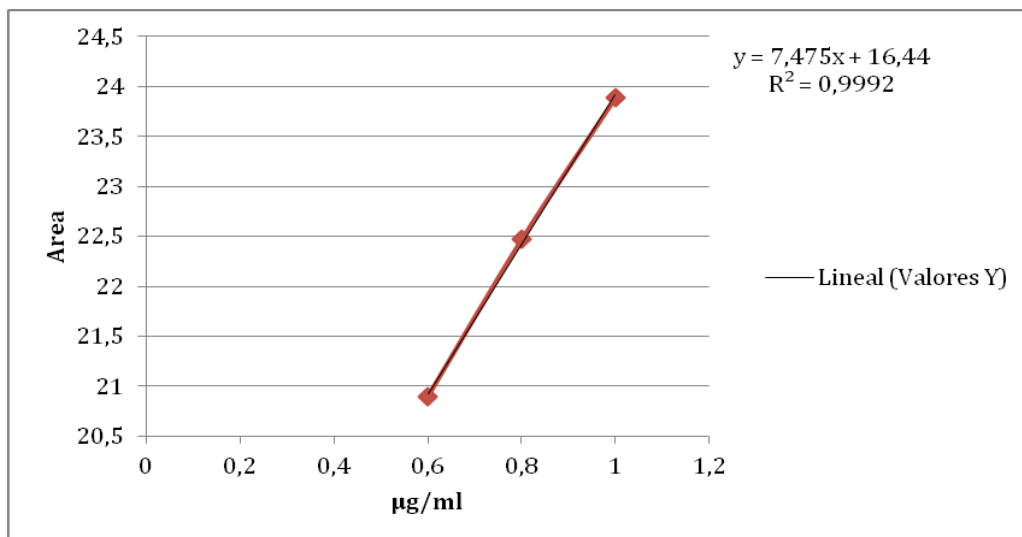
Vitamina/mineral	Muestra 1	Muestra 2
B12	0.0778 µg/ml	-----
Ácido Fólico	4.828 µg/ml	-----
Hierro	0.12 mg/ml	0.119 mg/ml
Zinc	0.06 mg/ml	0.059 mg/ml

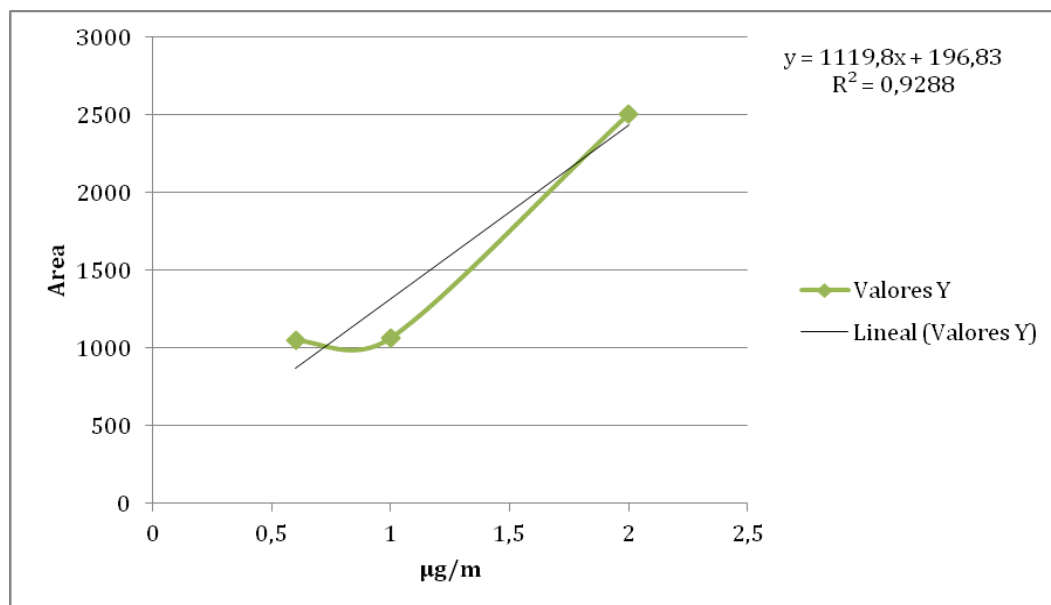
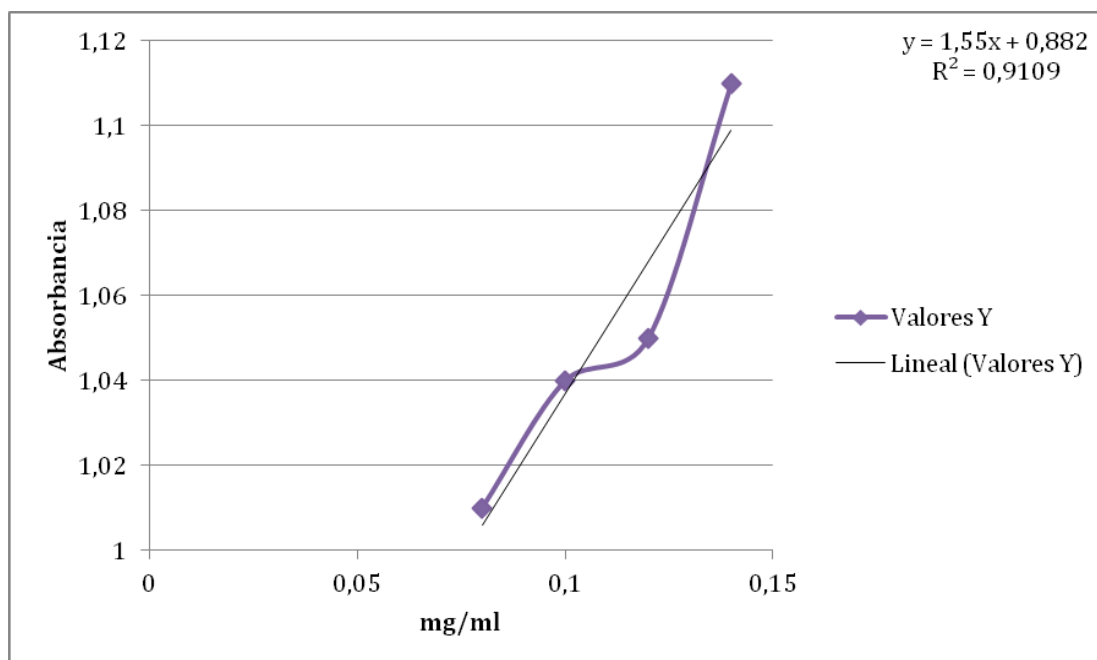
**Anexo 56.** Curvas de calibración para la primera determinación de vitaminas y minerales

**Gráfica No. 50.** Curva de calibración vitamina B12

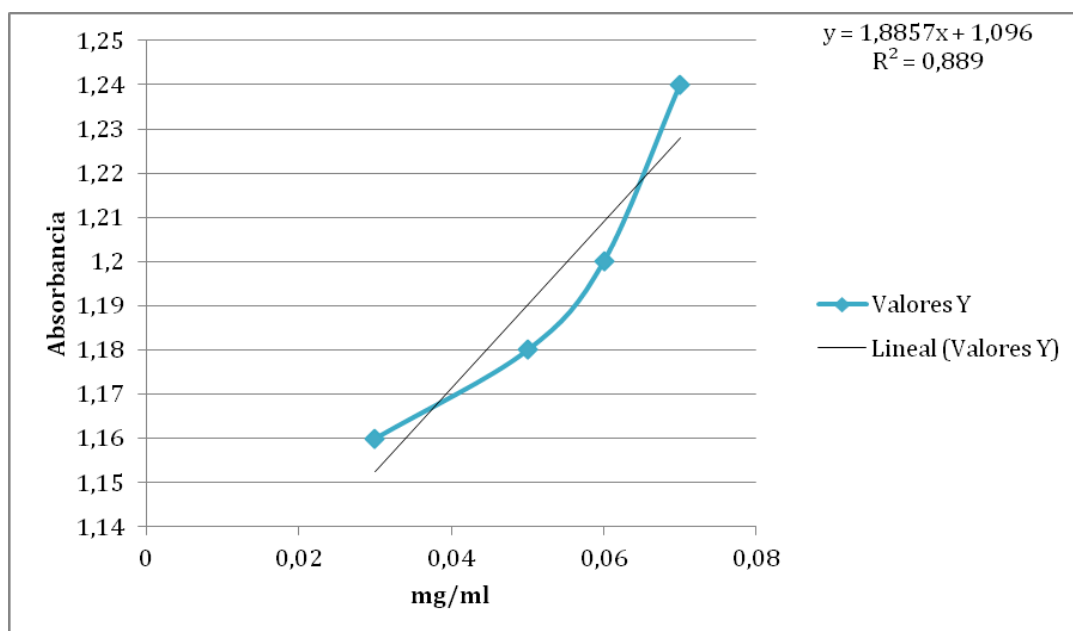


**Gráfica No. 51.** Curva de calibración ácido fólico**Gráfica No. 52.** Curva de calibración de hierro

**Gráfica No. 53.** Curva de calibración de zinc**Anexo 57. Curvas de calibración para la segunda determinación de vitaminas y minerales****Gráfica No. 54.** Curva de calibración vitamina B12

**Gráfica No. 55.** Curva de calibración ácido fólico**Gráfica No. 56.** Curva de calibración hierro

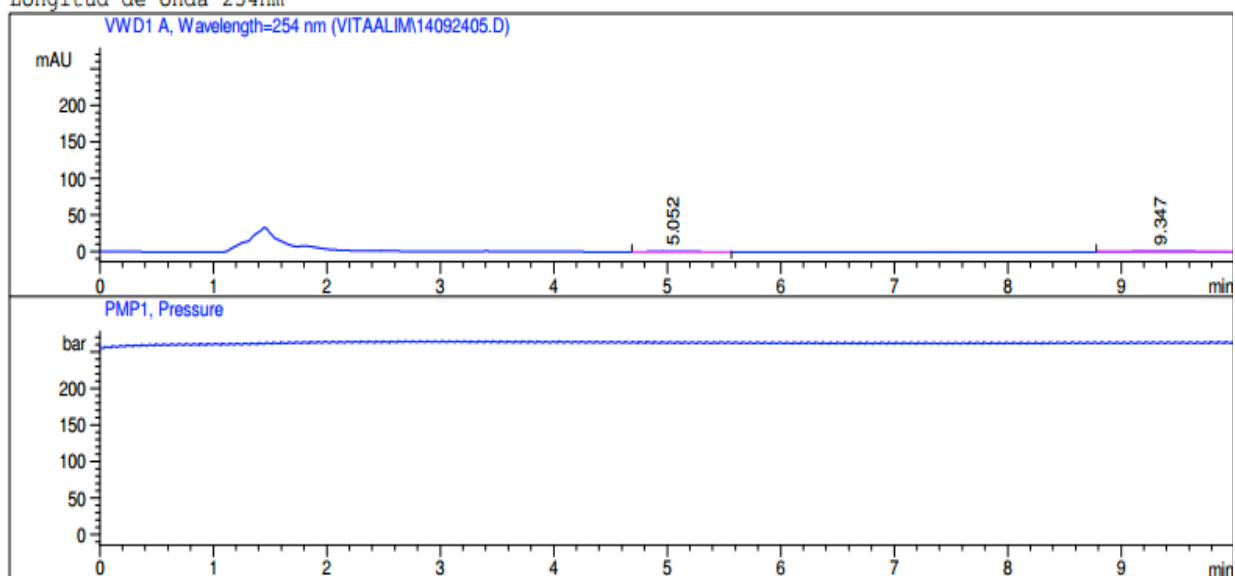
Gráfica No. 57. Curva de calibración zinc



## Anexo 58. Cromatogramas

## Ilustración No. 53. Determinación de vitamina B12 en la muestra 1

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA, Laboratorio de Analisis Instrumental Avanzado  
 Metodo para determinacion de Vitamina B12,  
 columnas HYPERSIL ODS 200 X 2.1mm, 5um,  
 fase movil Buffer fosfato de sodio 0.04mM pH3/MeOH (70/30)  
 temperatura ambiente, flujo 0.5 ml/min  
 Longitud de onda 254nm



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      :      Signal
Calib. Data Modified :      Thursday, September 25, 2014 1:32:48 PM
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=254 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU *s	Amt/Area	Amount [ug/mL]	Grp	Name
5.052	VV	26.15121	4.95350e-2	1.29540		Vit B12

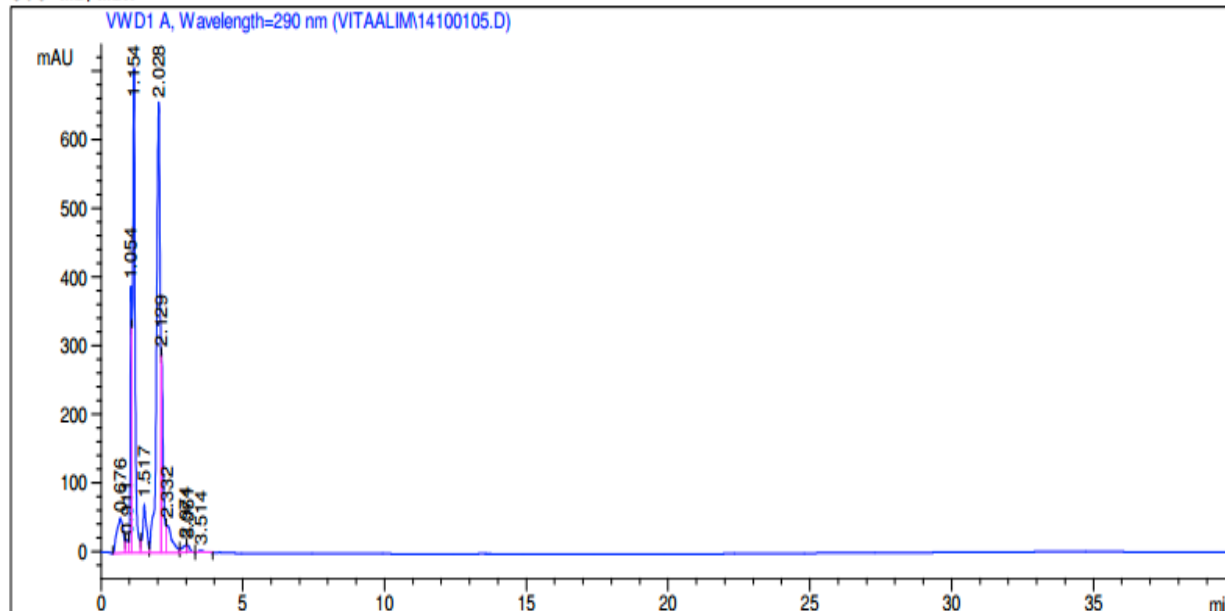
```
Totals :                               1.29540
```

**Ilustración No. 54.** Determinación de ácido fólico en la muestra 1

Fase móvil agua

Temperatura de 85 C en el detector y en el termostato ( tcc),

0.6 ml/min



=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : Friday, October 03, 2014 11:54:18 AM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=290 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU *s	Amt/Area	Amount [ug/ml]	Grp	Name
2.028	VV	5934.39063	6.58647e-1	3908.66803		Acido Folico

Totals : 3908.66803

**Ilustración No. 55.** Determinación de hierro en la muestra 1

```
Sequence No.: 7                               Autosampler Location:
Sample ID: Sample003                          Date Collected: 9/30/2014 10:28:18 AM
Analyst:                                       Data Type: Original
```

```
-----
Replicate Data: Sample003                      Analyte: Fe 248.33
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Time      Signal
#     mg/L        mg/L      Signal    Time      Stored
1     1.550       1.550     0.1426    10:28:19 AM  Yes
2     1.549       1.549     0.1424    10:28:20 AM  Yes
3     1.502       1.502     0.1381    10:28:21 AM  Yes
Mean: 1.534       1.534     0.1410
SD:   0.0276      0.0276    0.0025
%RSD: 1.80%      1.80%     1.80
```

```
-----
Sequence No.: 8                               Autosampler Location:
Sample ID: Sample001                          Date Collected: 9/30/2014 10:45:14 AM
```

**Ilustración No. 56.** Determinación de zinc en la muestra 2

```
-----
Sequence No.: 23                             Autosampler Location:
Sample ID: Sample002                          Date Collected: 9/29/2014 12:55:06 PM
Analyst:                                       Data Type: Original
```

```
-----
Replicate Data: Sample002                      Analyte: Zn 213.86
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Time      Signal
#     mg/L        mg/L      Signal    Time      Stored
1     1.617       1.617     1.0516    12:55:07 PM  Yes
      Sample concentration is greater than that of the highest standard.
2     1.624       1.624     1.0560    12:55:08 PM  Yes
      Sample concentration is greater than that of the highest standard.
3     1.612       1.612     1.0482    12:55:10 PM  Yes
      Sample concentration is greater than that of the highest standard.
Mean: 1.618       1.618     1.0520
SD:   0.0060      0.0060    0.0039
%RSD: 0.37%      0.37%     0.37
      Sample concentration is greater than that of the highest standard.
-----
```

**Anexo 59.** Requerimientos Nutricionales de vitaminas y minerales**Cuadro No. 159.** Cantidad diaria requerida y aporte de 30%

<b>Vitamina/Mineral</b>	<b>Cantidad diaria requerida</b>	<b>Aporte de 30%</b>
Vitamina C	43 mg	17.2 mg
Vitamina B12	1.58 µg	0.553 µg
Ácido Fólico	276 µg	69 µg
Hierro	26.9 mg	8.07 mg
Zinc	11.22 mg	3.92 mg

**Cuadro No. 160.** Porcentaje de degradación y cantidad total tomando en cuenta la cantidad degradada de vitaminas y minerales

<b>Vitamina/Mineral</b>	<b>Porcentaje degradado</b>	<b>Cantidad final</b>
Vitamina C	76%	30.27 mg
Vitamina B12	25%	0.78 µg
Ácido Fólico	46%	100.74 µg
Hierro	45%	11.7 mg
Zinc	30%	5.97 mg

**Anexo 60.** Determinación de vitaminas y minerales

**Ilustración No. 57.** Análisis en HPLC de vitaminas B12 y ácido fólico



**Ilustración No. 58.** Determinación de vitamina C



**Ilustración No. 59.** Determinación de minerales

