

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

**“ESFERIFICACIÓN INVERSA DE BEBIDA NUTRICIONAL SABOR FRESA, DESARROLLADA
PARA EL BENEFICIO DE LA NIÑEZ INTERMEDIA Y DETERMINACIÓN DE SU TIEMPO DE VIDA
ÚTIL EN CONDICIONES ADECUADAS”**
TESIS DE GRADO

ANNA CECILIA AGUIRRE DE LA CERDA
CARNET 11386-11

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MARZO 2016
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

**“ESFERIFICACIÓN INVERSA DE BEBIDA NUTRICIONAL SABOR FRESA, DESARROLLADA
PARA EL BENEFICIO DE LA NIÑEZ INTERMEDIA Y DETERMINACIÓN DE SU TIEMPO DE VIDA
ÚTIL EN CONDICIONES ADECUADAS”**

TESIS DE GRADO

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA**

**POR
ANNA CECILIA AGUIRRE DE LA CERDA**

**PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA**

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MARZO 2016
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZALEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANO: MGTR. JOSE CARLOS RICARDO VELA SCHIPPERS
VICEDECANO: MGTR. JORGE ANTONIO GUILLEN GALVAN
SECRETARIA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA
DIRECTOR DE CARRERA: DR. MARIO RENÉ SANTIZO CALDERÓN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ISIS ARACELY LÓPEZ CIFUENTES DE GÁLVEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. MARÍA RENÉE PAPA DORIGONI
ING. LIUBA MARÍA CABRERA OVALLE DE VILLAGRÁN
ING. WILFREDO ANTONIO FERNÁNDEZ VERA

CARTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Guatemala, 15 de enero de 2016

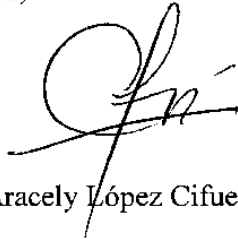
Magister
Karen Morales
Secretaria de Facultad
Facultad de Ingeniería

Estimada Inga. Morales:
Por este medio me es grato saludarle y desearle toda clase de éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del Trabajo de Graduación titulado: **“ESFERIFICACIÓN INVERSA DE BEBIDA NUTRICIONAL SABOR FRESA, DESARROLLADA PARA EL BENEFICIO DE LA NIÑEZ INTERMEDIA Y DETERMINACIÓN DE SU TIEMPO DE VIDA ÚTL EN CONDICIONES ADECUADAS”** de la estudiante **Anna Cecilia Aguirre de la Cerda** quien se identifica con número de carnet **11386-11**. Después de haber revisado el informe final y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar doy como aprobado dicho trabajo.

Sin otro particular, me suscribo de Ud.

Atentamente,



Inga. Isis Aracely López Cifuentes de Gálvez
Asesor

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE GRABACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA
No. 0234-2016

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ANNA CECILIA AGUIRRE DE LA CERDA, Carnet 11386-11 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0221-2016 de fecha 23 de febrero de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**"ESFERIFICACIÓN INVERSA DE BEBIDA NUTRICIONAL SABOR FRESA,
DESARROLLADA PARA EL BENEFICIO DE LA NIÑEZ INTERMEDIA Y DETERMINACIÓN
DE SU TIEMPO DE VIDA ÚTIL EN CONDICIONES ADECUADAS"**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 3 días del mes de marzo del año 2016.



**MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA, SECRETARÍA
INGENIERÍA
Universidad Rafael Landívar**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Y A LA VIRGEN MARÍA

Por ser mi fuente de sabiduría y por haberme guiado a lo largo de mi carrera y en el transcurso de mi vida. JMJ

A MIS PADRES

Por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación, este logro también es de ustedes.

A MIS HERMANAS

Por estar presentes en toda esta importante etapa de mi vida y por alentarme a seguir adelante.

A MI FAMILIA

Por su cariño y por animarme constantemente.

A MIS AMIGOS

Por ser una gran compañía y por estos años de amistad y alegría.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por transmitirme sus conocimientos y formarme como profesional; en especial a mi asesora de tesis.

A MI TRABAJO

A la empresa Proseresa y a mis compañeros, por su confianza y apoyo durante el desarrollo de mi tesis.

DEDICATORIA

A DIOS

Por su infinito amor, por mostrarme que todo es posible estando de su mano, además de darme la fuerza necesaria para seguir siempre adelante.

A LA VIRGEN MARÍA

Por inspirarme y ser el ejemplo perfecto de mujer.

A MI PAPÁ

Federico, por motivarme y compartir este éxito conmigo.

A MI MAMÁ

Geraldina, por su amor, apoyo y entrega incondicional y por enseñarme a darle mi mejor sonrisa a la vida en todo momento.

A MIS HERMANAS

María Andrea y Marianna, por ser mis compañeras de vida y mi más grande tesoro.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se realizó con la finalidad de esferificar de manera inversa una bebida nutricional sabor fresa, destinada a la niñez intermedia, para luego determinar su tiempo de vida útil en condiciones adecuadas.

Para ello, se formularon dos bebidas nutricionales sabor fresa y se determinó la proporción de aditivos para lograr una esferificación inversa estable. Se determinó, por medio de balances de masa, el porcentaje de rendimiento de la bebida sabor fresa, la solución de alginato y la esferificación inversa. Se realizó un análisis sensorial con enfoque al consumidor para seleccionar la formulación con mayor nivel de preferencia. Se determinó el empaque y presentación del producto final. A la formulación seleccionada, se le cuantificó el aporte de calcio, hierro, vitamina C y macronutrientes (humedad, cenizas, lípidos y proteína). Finalmente, se estableció su vida útil mínima, estudiada tanto en condiciones aceleradas como en condiciones reales, con una serie de análisis organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos.

Luego del análisis sensorial realizado a niños y niñas de 7 a 9 años, se establece que la preferencia no es significativa y se eligió la fórmula con menos azúcar. Para esferificar, la proporción de aditivos es 1.42% de lactato de calcio en 28.00% de bebida y 0.72% alginato de sodio en 69.86% de agua. El aporte de calcio, hierro y vitamina C en una porción del producto final en relación al valor diario recomendado es 49.79%, 34.58% y 169.78% respectivamente, en base al INCAP (2012) y 43.57%, 21.71% y 99.03% respectivamente, en base a la FAO/OMS. El empaque seleccionado es un envase de plástico PP, una tapa LLDPE y un liner termo-sellable. La presentación es de 85 gramos; 80% esferas y 20% líquido externo. Se garantiza un mes de vida útil para el producto almacenado en condiciones de temperatura de refrigeración (0-6°C).

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Lo escrito sobre el tema	2
1.2. Marco teórico	4
1.2.1. Gastronomía molecular y esferificación.....	4
1.2.2. Alginato de sodio	6
1.2.3. Sales de calcio	7
1.2.4. Esferificación inversa.....	8
1.2.5. Equipos para esferificación.....	12
1.2.6. Características y recomendaciones de los nutrientes de la bebida	14
1.2.7. Nutrientes deficientes y alimentos no agradables para la niñez	20
1.2.8. Fresa	22
1.2.9. Formulación.....	24
1.2.10. Aditivos alimentarios	25
1.2.11. Análisis Proximal	27
1.2.12. Análisis sensorial.....	29
1.2.13. Material de empaque.....	33
1.2.14. Vida útil	35
1.2.15. Análisis de laboratorio	37
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
2.1. Objetivos.....	41

2.1.1.	Objetivo general	41
2.1.2.	Objetivos específicos.....	41
2.2.	Hipótesis	41
2.2.1.	Nula	41
2.2.2.	Alternativa	42
2.3.	Variables	42
2.3.1.	Variables Independientes	42
2.3.2.	Variables Dependientes.....	42
2.4.	Definición de las variables.....	43
2.4.1.	Definición Conceptual.....	43
2.4.2.	Definición Operacional.....	44
2.5.	Alcances y Límites	46
2.5.1.	Alcances	46
2.5.2.	Límites	46
2.6.	Aporte.....	47
3.	Método	48
3.1.	Sujetos y Unidades de Análisis.....	48
3.2.	Instrumentos	51
3.3.	Procedimiento	61
3.3.1.	Diagrama del proceso del estudio de investigación.....	61
3.3.2.	Diagramas específicos	62

3.4.	Diseño y Metodología Estadística	75
3.4.1.	Diseño Experimental.....	75
3.4.2.	Descripción de las unidades experimentales.....	77
3.4.3.	Variables respuestas	77
3.4.4.	Metodología de análisis	78
4.	Presentación y Análisis de Resultados	85
4.1.	Formulaciones.....	85
4.2.	Balance de Masa	87
4.3.	Análisis sensorial	90
4.4.	Empaque y presentación.....	91
4.5.	Análisis proximal y de micronutrientes	92
4.6.	Parámetros y estudio de estabilidad	94
5.	Discusión	103
6.	Conclusiones.....	112
7.	Recomendaciones	114
8.	Referencias.....	115
9.	Glosario y abreviaturas	125
9.1.	Glosario.....	125
9.2.	Abreviaturas.....	127
10.	Anexos	128
10.1.	Anexo A: Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP	128

10.2.	Anexo B: Información RTCA 67.01.60:10 (etiquetado nutricional).....	133
10.3.	Anexo C: Certificado de análisis Hierro	135
10.4.	Anexo D: Permiso análisis sensorial.....	136
10.5.	Anexo E: Información de encuesta y encuestados	138
10.6.	Anexo F: Fichas técnicas del material de empaque.....	140
10.7.	Anexo G: Informe de análisis realizado en el laboratorio.....	144
10.8.	Anexo H: Etiquetado nutricional con resultados obtenidos en los análisis..	146
10.9.	Anexo I: Sistema de color de Munsell.....	147
10.10.	Anexo J: Normativa de análisis microbiológico.....	148
10.11.	Anexo K: Dispersión de mediciones pH y grados Brix.....	150
10.12.	Anexo L: Temperaturas del estudio de estabilidad.....	151
10.13.	Anexo M: Muestra de Cálculo.....	153
10.13.1.	Formación de esferas	153
10.13.2.	Cálculos análisis proximal y de micronutrientes.....	155
10.14.	Anexo N: Recopilación de imágenes	165

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama No. 1	Proceso del estudio de investigación	61
Diagrama No. 2	Procedimiento de elaboración de bebida sabor fresa	62
Diagrama No. 3	Procedimiento de esferificación inversa	64
Diagrama No. 4	Evaluación sensorial	65

Diagrama No. 5 Determinación contenido de humedad	67
Diagrama No. 6 Determinación contenido de cenizas.....	67
Diagrama No. 7 Determinación contenido de lípidos crudos (extracto etéreo)	68
Diagrama No. 8 Determinación contenido de calcio.....	70
Diagrama No. 9 Determinación contenido de vitamina C.....	71
Diagrama No. 10 Procedimiento evaluación de parámetros fisicoquímicos	72
Diagrama No. 11 Procedimiento análisis microbiológico.....	73
Diagrama No. 12 Procedimiento evaluación de vida útil	74
Diagrama No. 13 Balance de masa de la bebida sabor fresa	87
Diagrama No. 14 Balance de masa de la solución de alginato	88
Diagrama No. 15 Balance de masa de la esferificación inversa	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Estructura química del alginato	6
Figura No. 2 Estructura química del gluconolactato de calcio.....	8
Figura No. 3 Estructura química del lactato de calcio	8
Figura No. 4 Estructura formada al esferificar	10
Figura No. 5 Formación de alginato de calcio	11
Figura No. 6 Consecuencias de las distintas disoluciones.....	12
Figura No. 7 Dispositivos extrusores.....	14
Figura No. 8 Diagrama de pruebas sensoriales	30

Figura No. 9 Tabla de estimación de significancia	32
Figura No. 10 Encuestas a utilizar para el análisis sensorial	60
Figura No. 11 Sistema de color de Munsell (ROJO)	147

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Muestra de resultados de preferencia	91
Gráfica No. 2 Análisis de encuestados.....	139
Gráfica No. 3 Dispersión de pH.....	150
Gráfica No. 4 Dispersión de grados Brix	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Clasificación de la esferificación	5
Tabla No. 2 Tipos de hierro	18
Tabla No. 3 Composición nutricional de la fresa	23
Tabla No. 4 Formulación base de esferificación	24
Tabla No. 5 Aditivos alimentarios de interés	25
Tabla No. 6 Condiciones para realizar estudios de estabilidad de los medicamentos que no requieren refrigeración ni congelación	36
Tabla No. 7 Condiciones para realizar estudios de estabilidad para los medicamentos que requieren refrigeración	37
Tabla No. 8 Detección dependiendo del medio de cultivo.....	38
Tabla No. 9 Equipos a utilizar	51

Tabla No. 10 Utensilios y cristalería a utilizar.....	54
Tabla No. 11 Medios de cultivo para pruebas a utilizar.....	58
Tabla No. 12 Químicos a utilizar para pruebas.....	59
Tabla No. 13 Experimentos, diseño experimental.....	75
Tabla No. 14 Experimentos, variables respuestas.....	78
Tabla No. 15 Fórmula A y Fórmula B.....	85
Tabla No. 16 Fórmula global esferificación inversa.....	86
Tabla No. 17 Esferificación inversa, bebida a esferificar.....	86
Tabla No. 18 Esferificación inversa, solución de alginato de sodio.....	86
Tabla No. 19 Resultado análisis sensorial.....	90
Tabla No. 20 Tabla de significación, 100 jueces.....	90
Tabla No. 21 Material de empaque.....	91
Tabla No. 22 Presentación final.....	92
Tabla No. 23 Análisis proximal.....	92
Tabla No. 24 Valor diario de micronutrientes de interés.....	93
Tabla No. 25 Calorías de energía y energía de grasa que aporta el producto.....	93
Tabla No. 26 Parámetros objetivo del experimento.....	94
Tabla No. 27 Calendarización del estudio de estabilidad.....	94
Tabla No. 28 Análisis organoléptico límites.....	95
Tabla No. 29 Análisis organoléptico vida acelerada.....	96
Tabla No. 30 Análisis organoléptico vida real.....	96

Tabla No. 31 Análisis microbiológico límites	98
Tabla No. 32 Análisis microbiológico vida acelerada	98
Tabla No. 33 Análisis microbiológico vida real	99
Tabla No. 34 Análisis fisicoquímico del producto de evaluación sensorial	100
Tabla No. 35 Análisis fisicoquímico de cada líquido.....	100
Tabla No. 36 Análisis fisicoquímico límites	101
Tabla No. 37 Análisis fisicoquímico vida acelerada.....	101
Tabla No. 38 Análisis fisicoquímico vida real	102
Tabla No. 39 Requerimiento energético en niños y niñas menores de 10 años de edad (2.1).....	128
Tabla No. 40 Ecuaciones de Schofield para la estimación de la TMB a partir del peso corporal en kg (2.3)	128
Tabla No. 41 Patrón de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad nutricional de las proteínas (mg/g de proteína) (2.4)	128
Tabla No. 42 Requerimientos promedio de proteínas y Recomendaciones Dietéticas Diarias ^{a/} , con dos tipos de dieta para niños menores de 10 años (2.8).....	129
Tabla No. 43 Recomendaciones dietéticas de grasa total y ácidos grasos esenciales en infantes, niños adolescentes y adultos ^{a/} (% de energía) (2.10)	129
Tabla No. 44 Requerimientos Promedio Estimado (RPE) y Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD) de Vitamina A (Equivalente de Actividad de Retinol/día) (3.1)	129
Tabla No. 45 Requerimientos promedio estimados (RPE) ^{a/} de Tiamina, Riboflavina, Niacina Vitamina B6, Folatos y Vitamina B12 (3.2)	129

Tabla No. 46 Recomendaciones dietéticas diarias (RDD) ^a / de Tiamina, Riboflavina, Niacina Vitamina B6, Folatos y Vitamina B12 (3.3)	130
Tabla No. 47 Ingesta Adecuada Diaria de Ácido Pantoténico y Biotina (3.4)	130
Tabla No. 48 Recomendaciones Dietéticas Diarias de Vitamina C y Vitamina E, e Ingestas Adecuadas de Vitamina D y Vitamina K, por grupos de edad y sexo (3.8) ...	130
Tabla No. 49 Ingesta máxima tolerable de zinc (4.2)	130
Tabla No. 50 Ingesta máxima tolerable de cobre (4.3).....	130
Tabla No. 51 Ingesta máxima tolerable de selenio (4.4)	130
Tabla No. 52 Ingesta máxima tolerable de flúor (4.5).....	131
Tabla No. 53 Requerimiento Promedio Diario de minerales (4.6)	131
Tabla No. 54 Recomendaciones Dietéticas Diarias de Minerales ^a / (4.7).....	131
Tabla No. 55 Ingesta máxima tolerable de molibdeno (4.8)	131
Tabla No. 56 Recomendaciones dietéticas o Ingestas Adecuadas para algunos oligoelementos ^a / (4.9).....	132
Tabla No. 57 Ingestas Adecuadas ^a / de Electrolitos estimadas para personas con actividad moderada y sin sudoración excesiva b/ (5.1)	132
Tabla No. 58 VRN establecidos por FAO/OMS.....	133
Tabla No. 59 Condiciones relativas al contenido de nutrientes.....	134
Tabla No. 60 Resultados del análisis sensorial	138
Tabla No. 61 Análisis de encuestados	138
Tabla No. 62 Temperatura de la refrigeradora	151
Tabla No. 63 Temperatura de la incubadora.....	152

Tabla No. 64 Pruebas de utensilio para formar las esferas.....	153
Tabla No. 65 Pesaje de esferas formadas	154
Tabla No. 66 Pesos de muestras	155
Tabla No. 67 Diferencia de pesos	156
Tabla No. 68 Humedad en las muestras	157
Tabla No. 69 Cenizas en las muestras.....	158
Tabla No. 70 Datos para lípidos	159
Tabla No. 71 Lípidos en la muestra.....	159
Tabla No. 72 Estándar utilizado	160
Tabla No. 73 Datos calcio en las muestras	160
Tabla No. 74 Valores para vitamina C.....	161
Tabla No. 75 Datos vitamina C en las muestras	161
Tabla No. 76 Valores de macronutrientes	162
Tabla No. 77 Imágenes de todo el estudio.....	165

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de productos nutricionales que a la vez sean llamativos y curiosos es importante para los niños en edad de crecimiento. La alimentación de los niños y niñas de esta edad es importante ya que en esta etapa del crecimiento requieren de distintos nutrientes que los ayudan a fortalecer su organismo, para así tener la capacidad de combatir enfermedades o infecciones y garantizando su correcto funcionamiento.

Según URC (2012) en el informe técnico Salud y nutrición a nivel nacional y en cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala (San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango y Quiché): Situación, Desafíos y Propuestas para su Mejoramiento, generalmente la dieta alimentaria en Guatemala tiende a tener un aporte elevado de energía, carbohidratos y grasas, y es deficiente en micronutrientes como hierro.

Actualmente se ha despertado el interés sobre la gastronomía molecular ya que involucra la aplicación de la ciencia y la tecnología en la práctica culinaria y esto permite ampliar la variedad de productos de consumo humano. Esta técnica cuenta con un método llamado esferificación inversa, cuyo principio es la formación de esferas a base de reacciones de gelificación para la obtención de texturas distintas, encapsulando un líquido, gelificando el exterior.

En el estudio de investigación, se presenta la posibilidad de utilizar el método de esferificación inversa para elaborar un producto sabor fresa con vida útil mínima de un mes y que aporte micronutrientes como calcio, hierro y vitamina C, a niños de 7 a 9 años, siendo una opción para su consumo en refacciones. El estudio requirió de una serie de análisis: evaluación formulación, aditivos a utilizar, análisis sensorial, organoléptico, fisicoquímico, microbiológico, de material de empaque, presentación y condiciones de almacenamiento, para finalmente determinar la vida útil del producto, así como el aporte de macro y micro nutrientes por porción, aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera Ingeniería en Industria de Alimentos.

1.1. Lo escrito sobre el tema

Lupo (2014), en virtud de las nuevas tendencias alimentarias realizó su tesis, la cual tuvo como objetivo estudiar la gelificación de alginatos para encapsulación, su caracterización, preparación y aplicaciones en alimentos funcionales. En el trabajo se analizaron los mecanismos de gelificación del alginato y las técnicas derivadas para la encapsulación de principios activos en estos geles. Primero se caracterizó el alginato sódico utilizado y los geles de alginato sódico preparados por gelificación externa y gelificación interna, luego se analizaron las esferas obtenidas por extrusión con diferentes formulaciones, comparándose su tamaño, morfología y textura. Se estudió la liberación de los polifenoles desde los encapsulados hacia el medio que los rodea y se incorporaron las esferas más idóneas en un alimento para su evaluación sensorial. Se concluyó que la estructura polimérica del alginato surge de una contribución equilibrada de sus monómeros con una distribución por bloques heterogénea que proporciona mayor flexibilidad al gel formado, entre otras conclusiones clasificadas según el estudio específico correspondiente.

Rivera (2013) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad de esferificación del quitosano con tripolifosfato como sustituto del alginato en la elaboración de caviar falso en la cocina molecular. Para el desarrollo del trabajo, estableció cuatro variables para comparar las esferas de quitosano con las esferas de alginato y determinó la densidad, estabilidad, tamaño y textura de las esferas; utilizando como control esferas de alginato al 0.8% p/v y un minuto de gelificación. Entre lo que concluyó está que pudo obtenerse esferas con diferentes concentraciones de quitosano, sin embargo, no se obtuvo esferas al 1% p/v de quitosano, las esferas fueron muy débiles y se destruyeron en poco tiempo. La densidad promedio de las esferas de quitosano fue de 0.85 g/ml, la estabilidad promedio fue 6290.02 segundos y el tamaño promedio fue de 4.49mm. En la prueba sensorial de preferencia, no existió preferencia significativa por parte de los jueces, entre las muestras de esferas de falso caviar de alginato con las de quitosano. Al evaluar la capacidad de esferificación del quitosano, este sí pudo sustituir al alginato en la elaboración del falso caviar. Se recomendó usar el tratamiento C2B2t2 (quitosano 2% p/v, tripolifosfato de sodio 1% p/v

y tiempo de gelificación 60 minutos) para obtener la densidad, estabilidad, tamaño y textura similares a las esferas control de alginato.

Chirinos (2011) en su trabajo de grado para optar al título de Lic. En Comunicación Social la Br. tuvo como objetivo diseñar una revista para dar a conocer la gastronomía referida a la llamada gastronomía molecular, dirigiéndose a los profesionales que están en una búsqueda constante de explicaciones físico-químicas para analizar e intentar comprender la cocina con la ciencia. Debido a la falta de información en Venezuela, se deja un vacío en los amantes del mundo gastronómico, por lo que Marisol Chirinos decidió crear una revista dedicada exclusivamente a esta tendencia. La revista se conforma de siete secciones cuyos nombres son: Destinos – Restaurantes de impacto molecular, Los Artesanos de la Nouvelle Cuisine, La Cuna del Conocimiento, Recetas y Ecuaciones, De-Cantando Vinos, @Gourmet y Guía de Compras; además cuenta con una propuesta de diseño para lograr captar mayor atención en la sociedad. Se concluyó que la gastronomía atrae cada vez más, pero se evidenció la falta de información y competencia en el mercado venezolano.

Lozano (2009) en su tesis tuvo como objetivo suministrar al estudiante de carreras afines a la Licenciatura en Administración de Servicios Hoteleros, la información básica sobre esta tendencia en la gastronomía que ha revolucionado la manera de ver, saborear y crear los alimentos, investigando de manera meticulosa sus bases y principales expositores. Por ello, Lozano en su trabajo presentó información sobre la evolución de la gastronomía a través del tiempo, su origen y diversas tendencias, así como la investigación más a fondo de las tendencias. Incluyó diferentes tipos de recetas de las tendencias, el estudio de los materiales y utensilios utilizados en la gastronomía molecular y biografía de los principales expositores de este movimiento junto con una descripción de los restaurantes liderados por ellos.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Gastronomía molecular y esferificación

La gastronomía molecular es la relación entre cocina y ciencia. En este caso, se estudian todos los aspectos fisicoquímicos y tecnológicos que se llevan a cabo en los procesos usuales de cocina. Esto con la finalidad de darle conocimiento a cada preparación culinaria. Se aprovecha de estos conocimientos para ampliar la gama de productos gastronómicos y para mejorar procesos y aspectos sensoriales, manteniendo en todo momento la calidad e inocuidad del producto. Así mismo, esta tendencia es utilizada para transformar productos alimenticios, ya sea materia prima o producto terminado, a manera de obtener como resultado productos diferentes y novedosos.

(Casalins, 2012)

La esferificación es una técnica de gastronomía molecular impulsada en el año 2003 por el cocinero español Ferran Adrià Acosta (*Hospitalet de Llobregat*, Barcelona, 14 mayo 1962) y consiste en modificar la textura de un producto líquido, transformando el mismo en esferas por medio de la gelificación de la interfase o formación de una membrana en la superficie exterior. Comúnmente esta técnica se logra por la reacción de una sal de calcio con alginato de sodio (estando presentes ambos aditivos en dos distintas soluciones) dando como resultado alginato de calcio.

(Mans y Castells, 2011)

El alginato de sodio funciona como agente gelificante. Se puede dar el caso que a estas esferas se les inyecte gas, por lo que esta técnica permite obtener un alimento con los tres estados de la materia (sólido, líquido y gas).

Dependiendo del alimento que se quiera transformar y del producto que se quiera obtener esta técnica se clasifica en esferificación básica, esferificación inversa y encapsulación.

Tabla No. 1 Clasificación de la esferificación

CLASIFICACIÓN	TIPO DE ALIMENTO	PROCESO	PRODUCTO FINAL
Esferificación básica	Líquidos acuosos no lácteos y no ácidos (pH superior a 5)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alimento líquido + Alginato 2. Sal de calcio + Agua 3. Agregar gota a gota 1 en 2 4. Alginato de calcio 	Formación de esferas gelificadas en el interior
Esferificación inversa	Líquidos acuosos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alimento líquido + Sal de calcio 2. Alginato + Agua 3. Agregar gota a gota 1 en 2 4. Alginato de calcio 	Formación de esferas líquidas en el interior
Encapsulación	Líquidos grasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alginato + Agua 2. Sal de calcio + Agua 3. Inyectar aceite en 1 4. Agregar gota a gota 3 en 2 5. Alginato de calcio 	Formación de esferas encapsulando la grasa

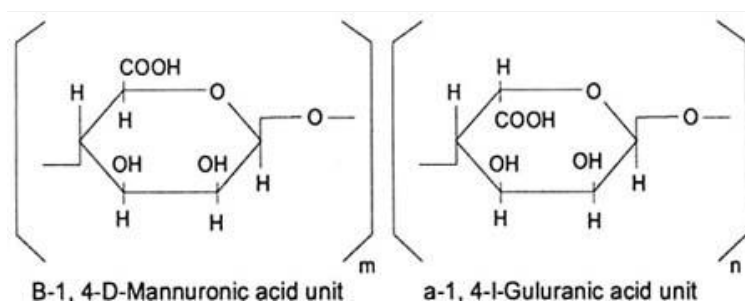
Fuente: Mans y Castells (2011)

En el caso de la esferificación básica, el motivo por el cual no se puede utilizar un producto ácido es que a pH inferior a 5 el alginato es inestable y al medio ácido entrar en contacto con el alginato de sodio forma ácido algínico por lo que no se daría la gelificación ni la formación de la membrana de alginato de calcio. Para alimentos con pH ácido (entre 2 y 4), se puede agregar citrato de sodio para reducir su acidez. En el caso de los productos lácteos sucede que se descontrola la reacción ya que estos por contener calcio, gelifican en el instante que se ponen en contacto con el alginato, por lo que no se formaría la esfera.

1.2.2. Alginato de sodio

El alginato es un polisacárido conformado por ácido D-manurónico y ácido L-gulurónico. Este se obtiene de algas marinas pardas o marrones, grandes y deshidratadas; comúnmente la *Laminaria hyperborea* (Noruega), *Laminaria digitata* (Cantábrico), *Laminaria japónica* (China y Japón), *Macrocystis pyrifera* (aguas del Pacífico) y algunas especies de los géneros *Lessonia*, *Ecklonia*, *Durvillaea* y *Ascophyllum*.

Figura No. 1 Estructura química del alginato



Fuente: Flores, Ly, Tapia y Maldonado (2001)

El alginato puede estar presente como sal o como ácido. El alginato de sodio es una sal sódica de hidrato de carbono de tipo fibroso, extraído de algas *Macrocystis*, *Fucus* o *Laminaria ascophyllum*.

Según Calvo en su publicación de alginato, estas algas contienen de 20 a 30 % de alginato sobre su peso seco. La composición del alginato depende del desarrollo del alga. Las algas jóvenes tienen menos alginato que las algas maduras, por lo que su poder gelificante y su viscosidad es menor.

El alginato es soluble en soluciones acuosas con pH superior a 3.5 y en solventes orgánicos miscibles (alcohol) y es insoluble en presencia de calcio. Disminuye su viscosidad al elevar la temperatura, al reducir la concentración y/o al aumentar la velocidad del movimiento.

Entre las ventajas de utilizar este aditivo se mencionan las siguientes:

- Estable con pH del medio entre 5 y 10
- Rápida gelificación
- No es necesario aplicar calor
- No requiere de cambios fuertes de temperatura
- Fácil disolución
- Reacción irreversible

Las principales aplicaciones del alginato son que se utiliza como espesante, gelificante, inhibidor de sinéresis y/o estabilizante. Cabe mencionar que la esferificación se logra por la reacción entre alginato de sodio y una sal de calcio; en donde el alginato actúa como agente gelificante. Al hacer esta reacción, el alginato forma una estructura helicoidal donde los iones de calcio se colocan como puentes entre los grupos con cargas negativas del ácido gulurónico; mientras más calcio, más firme es el enlace. El ácido manurónico, por otro lado interactúa con el agua.

(Calvo, s.f.)

1.2.3. Sales de calcio

Las sales de calcio son productos de síntesis útiles para la elaboración de una diversidad de productos de consumo. En gastronomía molecular se utilizan para hacer esferificaciones; ya sea como cloruro de calcio, lactato de calcio, gluconolactato de calcio. El cloruro de calcio (CaCl_2) es un compuesto químico inorgánico mineral, el lactato de calcio es una sal cálcica del ácido láctico y el gluconolactato de calcio está conformado por la mezcla de sal de gluconato cálcico y sal de lactato cálcico.

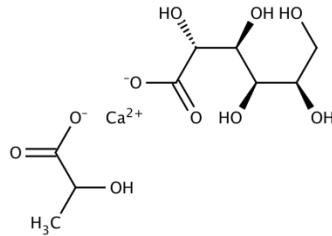
(Cocinista, s.f.)

En la técnica de esferificación inversa se suele utilizar gluconolactato de calcio para no afectar el sabor del producto final. Entre las ventajas de utilizar esta sal es que es un polvo que no aporta sabor ni olor, es utilizado para aumentar el nivel de calcio en los

alimentos, es soluble en agua fría y se puede mezclar con soluciones ácidas, grasas y con alcohol.

(Cocinista, s.f.)

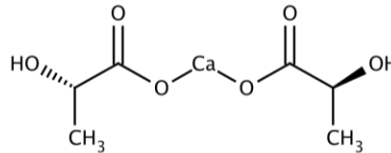
Figura No. 2 Estructura química del gluconolactato de calcio



Fuente: Glentham Life Sciences Limited (2015)

Para fines de la investigación se utiliza lactato de calcio ($C_6H_{10}CaO_6$).

Figura No. 3 Estructura química del lactato de calcio



Fuente: Glentham Life Sciences Limited (2015)

1.2.4. Esferificación inversa

Según elBulli (2012), en el año 2005 surge la esferificación inversa a raíz de problemas que ocurrían con la técnica de la esferificación básica. Su aplicación en productos lácteos era difícil ya que estos contienen calcio de forma natural y por lo que surgía una gelificación no deseada tras el contacto del producto con las soluciones de alginato.

Esta técnica permite esferificar cualquier líquido acuoso, incluyendo productos lácteos y productos ácidos. Como detallado en la Tabla No. 1, esta técnica consiste en agregar gota a gota un alimento líquido y sal de calcio en un recipiente con agua y alginato de

sodio, dando como resultado la obtención de alginato de calcio tras la formación de esferas líquidas en el interior y sólidas en la superficie. Con esta técnica es posible conservar la estructura de las esferas controlando la gelificación; evitando que la solución de alginato penetre, a manera que la gelificación se da únicamente en la superficie.

(elBulli , 2012)

Según Mans y Castells (2011), usualmente la viscosidad del producto con la sal de calcio es menor a la viscosidad del agua con alginato de sodio, por lo que se puede agregar un espesante (goma xantana) en la solución del producto para aumentar la viscosidad y así equilibrar las soluciones para lograr un proceso de esferificación adecuado.

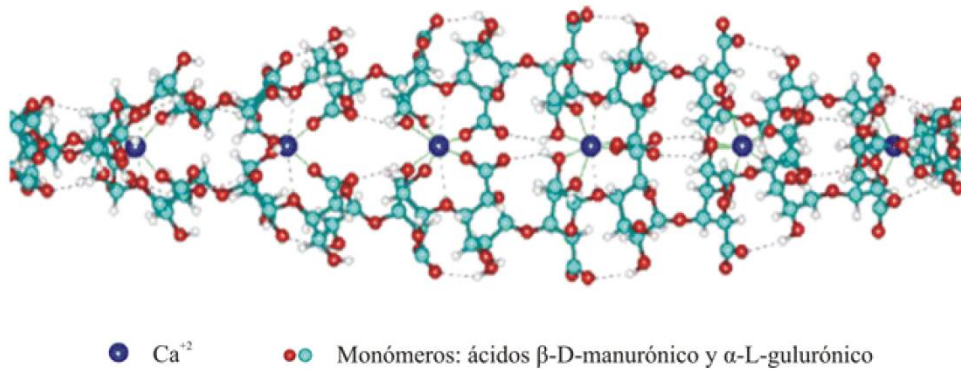
En el alginato de sodio los iones de sodio están unidos al oxígeno y la hebra es flexible y soluble. Si un líquido que contiene calcio se deja caer en un recipiente con una solución de alginato de sodio, los iones de calcio forman un enlace con las hebras del alginato sustituyendo los iones de sodio. Los iones de calcio tienen doble carga positiva y por lo tanto deben formar dos enlaces para completar su capa de electrones. Ya que los iones de calcio están sustituyendo a los iones de sodio, los cuales únicamente tienen una carga, deben formar un enlace adicional para ser moléculas estables. Por lo que los enlaces son más rígidos, las hebras son menos flexibles y se forma una red entre los enlaces dando como resultado una membrana de gel alrededor del líquido.

(ICD, 2013)

La esferificación inversa genera una reacción de gelificación que da como resultado la obtención de esferas gelificadas y líquidas por dentro. La reacción se da entre las cargas parciales de las moléculas; en donde las cargas negativas de los ácidos manurónico y gulurónico forman enlace con la carga positiva del ion calcio. Generalmente, la gelificación forma enlaces entre dos G-bloques de moléculas distintas de alginato a través del ión calcio. Ya que los ácidos del alginato de sodio pueden

reaccionar con cualquier catión divalente, es fundamental disolverlo en agua desmineralizada o tratada. La estructura que se forma es la siguiente:

Figura No. 4 Estructura formada al esferificar

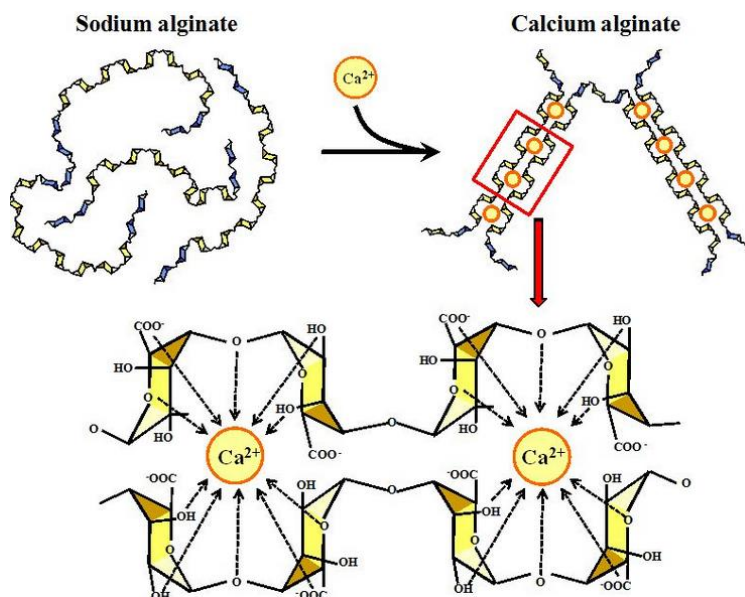


Fuente: Lupo (2014)

En la estructura abajo se muestra la interacción entre los grupos aniónicos del alginato (COO^-) con los iones del metal divalente Calcio (Ca^{2+}), dando como resultado alginato de calcio. Este método aplica para el principio de la gelificación de una solución de poli electrolito (iones libres) con un ion multivalente de cargas opuestas.

(Gulrez y Al-Assaf, 2011)

Figura No. 5 Formación de alginato de calcio



Fuente: nisenet (s.f.)

Las esferas se logran por la formación de una capa de gel que cubre una porción de líquido; esta es una membrana semipermeable. Cabe mencionar que para que se mantengan estables las esferas formadas deben de estar en equilibrio osmótico.

Ósmosis es el proceso espontáneo por el cual las moléculas del disolvente pasan a través de una membrana semipermeable desde una disolución de menor concentración de soluto a una disolución de mayor concentración de soluto. La presión osmótica detiene el flujo neto de agua a través de la membrana, esta se puede medir con un osmómetro o por medio de la siguiente ecuación:

$$\pi = iMRT$$

π = presión osmótica (atm)

i = factor de van't Hoff; refleja la ionización de los solutos

M = molaridad (moles/litro)

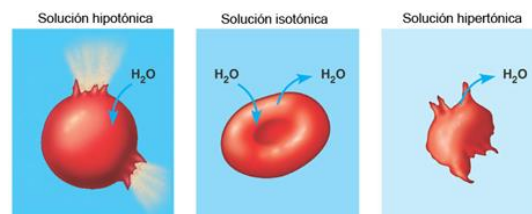
R = constante de los gases (0.082 Latm/Kmol)

T = Temperatura (kelvin)

(McKee y McKee, 2003)

La disolución que tiene concentración de soluto menor, por lo que el agua se mueve dentro de las células, se llama hipotónica. La disolución que tiene concentraciones de soluto mayores, por lo que el agua se mueve fuera de las células, se llama hipertónica. Estas dos disoluciones son un problema para las esferas formadas, por lo que requieren de otro tipo de disolución. La disolución isotónica es la que logra que la concentración de soluto y de agua sea la misma para los dos líquidos separados por la membrana plásmica semipermeable en este caso no existe movimiento neto de agua en ninguna dirección a través de la membrana.

Figura No. 6 Consecuencias de las distintas disoluciones



Fuente: asturnatura (2015)

Es por ello que es necesario colocarlas en el empaque cubiertas de líquido a la misma concentración que el líquido encerrado en las esferas, esto para que el producto no sufra alteraciones. Se alcanza el equilibrio osmótico cuando el líquido se mantiene en su lugar, sin trasladarse por la membrana semipermeable ya que en los dos líquidos está disuelta la misma cantidad de solutos

1.2.5. Equipos para esferificación

La aplicación de la técnica de esferificación para obtener como producto final esferas gelificadas se puede llevar a cabo mediante el proceso de extrusión por goteo.

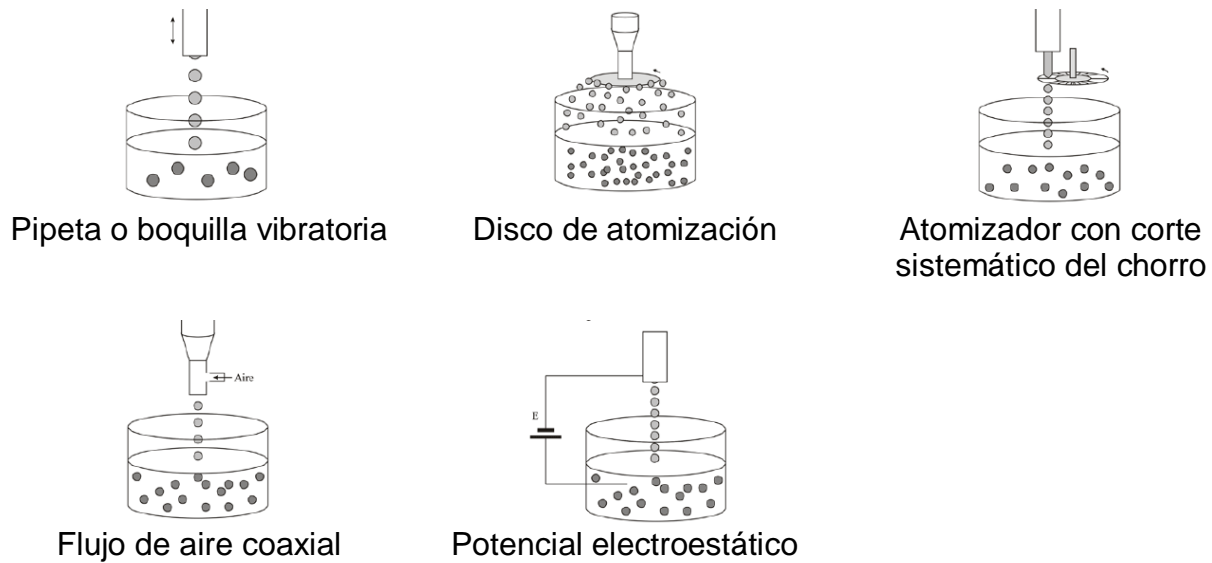
Según Lupo, González y Maestro (2012), la técnica básicamente consiste en la formación de gotas de la solución de alginato y el componente a encapsular al hacerlo pasar por el dispositivo extrusor de tamaño y velocidad de goteo controlado; donde las gotas caen sobre un baño que contiene la fuente del ion divalente (ion calcio), el cual

induce la gelificación externa. El diámetro de la boquilla del extrusor, la distancia de separación de la boquilla al baño, el efecto de la gravedad y la tensión superficial de la solución que induce la gelificación son aspectos que influyen en el tamaño y forma esférica del producto final. La principal deficiencia de esta técnica son los largos tiempos de gelificación, por lo que esto limita la producción a gran escala; esta se puede mejorar incorporando dispositivos extrusores como boquillas múltiples, discos aspersores e inyectores con impulsos vibratorios o flujo de aire incorporado.

Según Zuidam y Nedovic (2010), usualmente la concentración de la solución de alginato con el ingrediente activo es de 0.6 – 4% y la solución del baño de gelificación es de 0.05 – 1.5 M de sal de calcio. Se pueden hacer partículas con diámetro de 0.2 – 8 mm dependiendo del dispositivo utilizado y de la visco elasticidad de la solución de alginato. Todos los dispositivos funcionan con una concentración de alginato de hasta 2%, a mayor concentración se debe seleccionar el dispositivo que se ajuste al parámetro.

Los dispositivos básicos de goteo pueden ser: pipeta, jeringa, boquilla vibrante, boquilla con pulverización, cortador de chorro, disco de atomización, flujo de aire coaxial o por campo eléctrico. Para destinar el uso de cada uno de los dispositivos es importante evaluar la productividad de estos. En el de flujo de aire coaxial se logran esferas pequeñas pero deformes con solución viscosa de alginato (3.5%) y su productividad es baja por lo que se utilizan a nivel laboratorio al igual que el electroestático que se utiliza preferiblemente a nivel laboratorio. Los dispositivos vibratorios que trabajan con solución de alginato de baja viscosidad (<3%), son el doble de productivos que los mencionados anteriormente, por lo que se pueden utilizar para producciones grandes al igual que los de boquilla. Con el cortador de chorro se logra un buen tamaño de esferas y su productividad es alta por lo que se puede usar desde nivel laboratorio hasta nivel industrial.

Figura No. 7 Dispositivos extrusores



Fuente: Zuidam y Nedovic (2010)

1.2.6. Características y recomendaciones de los nutrientes de la bebida

La prevención de padecer enfermedades relacionadas a la deficiencia de nutrientes se inicia en la niñez. Es por ello que se formula una bebida específicamente para beneficio de la niñez, niños y niñas en edad de 7 a 9 años, ya que es un rango de edad importante y crítico para el desarrollo y crecimiento. Así como también ya es una edad apropiada para el consumo de productos gelificados.

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y el Sistema de la Integración Centroamericana (2012), la determinación de los requerimientos nutricionales y la fijación de valores de ingesta para los diversos nutrientes varía dependiendo del sexo y de los grupos de edades. Las distintas clasificaciones de requerimientos que abordan son las siguientes: energía y macronutrientes, vitaminas, minerales y sodio, potasio y cloro.

Ya que el grupo de edades varía con cada una de las distintas clasificaciones de requerimientos y que se busca apoyar con ciertas deficiencias de la niñez, se toma un aproximado de los valores obtenidos de niños y niñas entre 7 a 9 años, para así tener

datos en un rango de tres años. La alimentación de los niños y niñas de esta edad es importante ya que en esta etapa del crecimiento requieren de distintos nutrientes que los ayudan a fortalecer su organismo, para así garantizar su correcto desarrollo y con la capacidad de combatir enfermedades o infecciones.

Entre los nutrientes importantes que aporta la bebida están: calcio, hierro y vitamina C. A continuación, se señalan datos de interés de los nutrientes que aporta la bebida. En el Anexo A, Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP, se pueden observar las tablas con la información de cada aspecto para niños y niñas comprendidos en el rango de edad del estudio. En el RTCA 67.01.60:10 (Anexo B) se enlistan los VRN establecidos por la FAO/OMS, para colocar en el etiquetado para productos de consumo a partir de los 3 años.

Calcio

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano, aproximadamente es el 1.75% del peso corporal en adultos; distribuyéndose en los huesos, dientes, fluidos extracelulares, estructuras intracelulares y membranas celulares. El 99% del calcio está presente en el esqueleto y dientes en forma de fosfato y participa en procesos metabólicos como la activación de enzimas, transmisión nerviosa, transporte a través de membranas, coagulación de la sangre, contracción de músculos voluntarios e involuntarios y funciones hormonales. Para reducir efectos adversos por ingestas altas de calcio, el Comité NFB/IOM, estableció que 2,500mg/día como la ingesta máxima tolerable tanto para niños mayores de 3 años y adultos.

El grado de importancia de este mineral depende principalmente de la edad y etapa biológica de cada persona, el requerimiento en los niños y adolescentes es mayor al de adultos, ya que están en etapa de crecimiento del esqueleto. El calcio es necesario para obtener el máximo de masa ósea, el establecimiento adecuado del tejido óseo y para funciones celulares y corporales. La masa ósea es la medida de la cantidad de minerales, generalmente calcio y fósforo, en los huesos y resulta de la interacción del proceso de formación y del proceso de resorción que se lleva a cabo en el organismo al modificarse la estructura de los huesos. El consumo de calcio ayuda a la buena salud

ósea, al adecuado desarrollo y crecimiento de los niños y a reducir el riesgo de osteoporosis (disminución de la masa ósea y de su resistencia; huesos frágiles) en la vejez. Los niños son capaces de absorber 75% de calcio dietético ya que su capacidad de absorción intestinal en esa edad es eficiente.

Cabe mencionar que la absorción de calcio aumenta con la presencia de vitamina D, proteínas y un medio ácido. Por otra parte, los fitatos, oxalatos, fibra dietética y las grasas interfieren con la absorción ya que se forman compuestos insolubles.

Según las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP, la tabla 54, señala la ingesta adecuada de calcio para niños y niñas de 7 a 9 años de edad como 700 miligramos al día. El exceso de calcio en la sangre produce hipercalcemia; produce molestias con una dosis superior a 2000mg/día y ya que los riñones eliminan el exceso de calcio, pueden verse afectados.

Hierro

La cantidad de hierro en el organismo depende de la absorción, biodisponibilidad según el tipo de hierro, las pérdidas y el nivel de reservas. Los requerimientos en niños mayores de un año y adolescentes incluyen la cantidad requerida para la expansión de la masa de glóbulos rojos y músculos durante el crecimiento, y de las pérdidas basales y el aumento de las reservas en los menores de nueve años. El FNB/IOM (Food and nutrition board / Institute of medicine), aplicó para los niños y adultos con dieta estadounidense el 18% de nivel de absorción.

Los adultos contienen aproximadamente 4 gramos de hierro en el cuerpo. El 65% forma parte de la hemoglobina, el 15% está en las enzimas y en la mioglobina, el 20% está presente como hierro de depósito y 0.15% se encuentra unido con la transferrina como hierro circulante. La función principal del hierro en el organismo es transportar, almacenar y utilizar oxígeno en la sangre, así como intervenir en el metabolismo energético por las enzimas. Este mineral se absorbe en todo el intestino, pero en el duodeno y en la parte alta del yeyuno la absorción es mejor.

Según las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP, la tabla 53, señala el requerimiento diario de Hierro para niños y niñas de 7 a 9 años de edad como 6.8 miligramos al día en el caso de hierro de alta biodisponibilidad, 10.2 miligramos al día en el caso de hierro de media biodisponibilidad y 20.3 miligramos al día en el caso de hierro de baja biodisponibilidad. La tabla 54, señala la recomendación diaria de Hierro para niños y niñas de 7 a 9 años de edad como 8.8 miligramos al día en el caso de hierro de alta biodisponibilidad, 13.2 miligramos al día en el caso de hierro de media biodisponibilidad y 26.4 miligramos al día en el caso de hierro de baja biodisponibilidad. El exceso de hierro produce hemocromatosis; es tóxico para el organismo ya que tiene pocos medios para eliminar el hierro, por lo que este se acumula en los tejidos produciendo daños en los órganos y enfermedades.

Los seres humanos nacen con suficiente hierro y la necesidad adicional se satisface con la leche materna, si la madre es deficiente en hierro o no le da de amamantar a su hijo, este podría desarrollar anemia. La anemia ferropénica es la principal enfermedad derivada de la deficiencia de este mineral. Entre otras alteraciones que causa la deficiencia de hierro están: alteraciones del sistema inmunológico, apatía, bajo rendimiento escolar, baja capacidad física, falla en la movilización de la vitamina A hepática, alteraciones conductuales, alteraciones del desarrollo mental y motor, velocidad de conducción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual. Existen dos tipos de hierro, el hemínico y el no hemínico.

Tabla No. 2 Tipos de hierro

TIPO DE HIERRO	PROVENIENCIA	DERIVADO	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	APORTE
Hierro hemínico (orgánico)	Animal (carnes)	Hemoglobina y mioglobina	10-25%. Las reservas corporales u otros factores no influyen.	10% del hierro aportado de forma exógena
Hierro no hemínico (inorgánico)	Vegetal (verduras, legumbres, cereales y frutos)	Otros compuestos (menor presencia de fitatos, taninos y cierta fibra dietética; reducen la absorción)	2-5%. Favorecida por el ácido ascórbico (aumenta hasta cuatro veces) y proteínas animales. Mejor cuando las reservas corporales son bajas	90% del hierro aportado de forma exógena

Fuente: Menchú, Torún y Elías (2012)

En niños menores de seis años, una ingesta accidental superior a la recomendada, puede producir toxicidad aguda por sobredosis provocando vómitos, diarrea, dolor abdominal, dificultades respiratorias, coma y muerte.

Para elevar el valor de hierro en un producto alimenticio, se puede adicionar hierro aminoquelado, sulfato ferroso y piro-sulfato de hierro, entre los cuales el hierro aminoquelado es el más recomendable por tener alta biodisponibilidad.

Para estimar la biodisponibilidad del hierro se utilizan tres algoritmos propuestos por Monsen, donde toma la cantidad de hierro hemínico y los factores favorecedores e inhibidores de la absorción de hierro no hemínico. Los algoritmos son:

- Dietas de baja biodisponibilidad (5%): alta cantidad de cereales y tubérculos, baja cantidad de carne y vitamina C. Según el Grupo FAO/OMS, son dietas simples y monótonas.
- Dietas de media biodisponibilidad (10%): cantidad media de cereales, carne y vitamina C. Según el Grupo FAO/OMS, una dieta baja de hierro se puede volver intermedia al aumentar el contenido de alimentos que favorecen la absorción y son comunes en las áreas rurales de Centroamérica.

- Dietas de alta biodisponibilidad (15%): alta cantidad de carnes, cítricos, verduras y vitamina C. Según el Grupo FAO/OMS, son comunes en los grupos socioeconómicos medio-alto y alto de Centroamérica.

Vitamina C

La vitamina C (ácido ascórbico) está formada por el ácido L-ascórbico y por el dehidroascórbico. En el organismo se encuentra en los tejidos; en las glándulas suprarrenales, hipófisis, retina, hígado, pulmones, páncreas y leucocitos.

Según Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP (2012), en el anexo A, Tabla No. 48, se observa la recomendación diaria de Vitamina C para niños y niñas de 7 a 9 años de edad como 35 miligramos al día. El exceso de vitamina C se elimina por la orina ya que el organismo no lo puede almacenar, aunque no sea nocivo con dosis superiores a 2 gramos surgen molestias digestivas.

Este mineral es hidrosoluble y está involucrado en procesos biológicos que dependen de su actividad antioxidante o reductora, actúa como donador de electrones en varios procesos enzimáticos. Ya que es un antioxidante hidrosoluble, protege contra el daño provocado por los radicales libres. La vitamina C también es importante en la biosíntesis de colágeno y de la norepinefrina, y también en el metabolismo intermediario de varios aminoácidos, folatos, corticosteroides, péptidos neuroendocrinos ácidos biliares. Así como también ayuda en la cicatrización de las heridas, influye en las funciones de los leucocitos, del sistema inmunológico, de las reacciones alérgicas, metabolismo del colesterol y carcinogénesis y reduce el riesgo de enfermedad coronaria y accidentes cerebrovasculares. La vitamina C aumenta la capacidad de absorción intestinal del hierro inorgánico cuando se ingieren los nutrientes juntos.

La deficiencia de este nutriente causa gingivitis e hiperqueratosis folicular, encías sangrientas, petequias y dolores articulares. La vitamina C es muy lábil, la manipulación, el calor y la presencia de luz y oxígeno la destruye. Aproximadamente el

80% de la ingesta es absorbida, pero cuando la dosis aumenta más de lo recomendable baja el nivel de absorción hasta un 50%.

(Menchú, Torún y Elías, 2012)

Generalmente, los valores de referencia de los nutrientes (VRN) a utilizar en etiquetas nutricionales serán de preferencia los establecidos por FAO/OMS, los cuales son: Calcio 800 mg, Hierro 14 mg y Vitamina C 60 mg. De igual forma, si se llega a utilizar otro tipo de VRN, se debe citar al pie de la información nutricional, la referencia utilizada.

Cabe señalar que los valores mínimos de vitaminas y minerales para formular declaraciones de propiedades son: Calcio 40 mg, Hierro 0.7 mg y Vitamina C 3 mg.

(RTCA, 2010)

1.2.7. Nutrientes deficientes y alimentos no agradables para la niñez

Según la FAO en el artículo La seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones, “La malnutrición resulta de deficiencias, excesos o desequilibrios en el consumo de macro o micronutrientes. La malnutrición pueda ser un resultado de la inseguridad alimentaria, o puede estar relacionada con factores no alimentarios, como prácticas inadecuadas de cuidado de los niños, servicios de salud insuficientes o un medio ambiente insalubre”.

Según Brown 2014, la nutrición adecuada se relaciona con un buen desempeño académico y desempeña una función importante para asegurar que el niño alcance su pleno potencial de crecimiento, desarrollo y salud. La infancia media describe a los niños de 5 a 10 años, a esta etapa del ciclo de vida se le conoce como edad escolar. Estos niños son más independientes y es cuando empiezan a tomar sus propias decisiones alimentarias, encontrándose normalmente influenciados. Los problemas más comunes de nutrición en esta etapa son la anemia por falta de hierro, la desnutrición y las caries.

La mayoría de las necesidades de micronutrientes aumentan durante la edad escolar debido al crecimiento, desarrollo y maduración de los niños. El calcio y el hierro son minerales importantes que se deben de consumir en esta etapa. Se debe de controlar la alimentación de la población, en este caso principalmente de los niños y niñas. Generalmente la dieta alimentaria en Guatemala tiende a tener un aporte elevado de energía, carbohidratos y grasas y es deficiente en micronutrientes. Los principales micronutrientes que son deficientes en la población son: hierro, vitamina A, Yodo, vitamina B12 y zinc.

La deficiencia de hierro da lugar a la prevalencia de anemia en niños menores a 5 años de edad y en mujeres en edad fértil; clasificándose según niveles de hemoglobina. Según USAID (2012), los niños menores a 5 años en Guatemala presentan prevalencias elevadas de anemia, 39.7% en el 2002 y que aumentan a 47.7% en el 2008-2009. Debido a este problema, se hace obligatoria la fortificación de harina de trigo con hierro. Se establece el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro para niños de 5 a 8 años al ser la concentración de hemoglobina menor a 11.5 g/100ml y de hematocrito menor a 34.5% y para niños de 8 a 12 años al ser la hemoglobina menor a 11.9 g/100ml y el hematocrito menor a 35.4%.

(Brown, 2014)

La deficiencia de vitamina A ha sido controlada en gran parte por la fortificación del azúcar con dicha vitamina. La buena ingesta de vitamina A se define como el porcentaje de niños menores de 5 años con valores de retinol sérico a 20 mcg/dL. Según la Encuesta Nacional de Micronutrientes (ENMICRON, 2009-2010), la deficiencia de vitamina A en niños de 6 a 59 meses de edad es de 0.30%.

La deficiencia de Yodo ha sido controlada por la fortificación de la sal a una concentración de 15 ppm, pero se ha comprobado que menos del 80% de hogares en Guatemala consumen la sal adecuadamente yodada y que la mediana de yoduria es menor a 100 mcg/litro (límite de normalidad).

Por otro lado, la deficiencia de vitamina B12 afecta al 12.9% de niños y de zinc al 34.9% de niños.

(Delgado, 2012)

1.2.8. Fresa

El componente principal de la bebida es la fresa. La fresa crece en condiciones templadas y húmedas en el fresal, planta perteneciente a la familia de las Rosáceas y al género *Fragaria*; las cuales son plantas vivaces y herbáceas. La fresa es un alimento que aporta pocas calorías y es rico en hierro, calcio y otros minerales como el magnesio, potasio, cinc y fósforo. Además es rica en vitamina C la cual es un antioxidante y es necesaria para aumentar la absorción de hierro en el organismo. En términos generales, el hierro ayuda a combatir la anemia y la vitamina C brinda protección sobre la acción de los radicales libres y mejora la resistencia a infecciones.

(García, 2012)

Según INCAP (2012), en la parte II, tabla de composición de los alimentos, y sección 12, frutas y Jugos de Frutas, se detalla información nutricional referente a la fresa (12042).

Los valores que se detallan en el siguiente cuadro se basan en la composición de alimentos en 100 gramos de porción comestible.

Tabla No. 3 Composición nutricional de la fresa

NUTRIENTE	CANTIDAD	NUTRIENTE	CANTIDAD	NUTRIENTE	CANTIDAD
Agua	90.95 %	Tiamina	0.02 mg	Sodio	1 mg
Energía	32 Kcal	Riboflavina	0.02 mg	Zinc	0.14 mg
Proteína	0.67 g	Niacina	0.39 mg	Magnesio	13 mg
Grasa Total	0.3 g	Vit. C	59 mg	Vit. B6	0.05 mg
Carbohidratos	7.68 g	Vit. A Equiv. Retinol	1 mcg	Vit. B12	0 mcg
Fibra Diet. Total	2 g	Ác. Grasos mono-insat.	0.04 g	Ác. Fólico	0 mcg
Ceniza	0.4 g	Ác. Grasos poli-insat.	0.16 g	Folato Equiv. FD	24 mcg
Calcio	16 mg	Ác. Grasos saturados	0.01 g	Fracción Comestible	0.94 %
Fósforo	24 mg	Colesterol	0 mg		
Hierro	0.42 mg	Potasio	153 mg		

Fuente: INCAP (2012)

Analizando los datos sobre la composición de la fresa y tomando en cuenta la recomendación dietética diaria para los niños y niñas de 7 a 9 años se obtienen los siguientes aproximados para 100 gramos o 3.53 onzas de la fruta: 2.29% de Calcio, 1.59% de Hierro y 168.57% de Vitamina C. El hierro que proporciona es de tipo no hemínico.

1.2.9. Formulación

Según la RAE (2012) formulación es la acción y efecto de formular; representar mediante símbolos químicos la composición de una sustancia o de las sustancias que intervienen en una reacción.

Para llevar a cabo una esferificación existe una variedad de fórmulas, las cuales mantienen constantes los aditivos a utilizar (alginato de sodio y sales de calcio). En este caso, una formulación para tomar como base para la esferificación inversa se muestra en la siguiente tabla; tomando en cuenta que la bebida tiene una densidad aproximada de 1.05 g/ml y que la densidad del agua es 1 g/ml.

Tabla No. 4 Formulación base de esferificación

INGREDIENTE	PORCENTAJE
Bebida	28.00 %
Agua	71.11 %
Alginato de sodio	0.18 %
Sales de calcio	0.71 %
Total	100 %

Fuente: Cocinista (2012)

Se selecciona esta fórmula como base ya que al tomar en cuenta la referencia de distintas fórmulas, se considera que los porcentajes de esta se acercan más al promedio de las fórmulas evaluadas.

1.2.10. Aditivos alimentarios

En relación al RTCA 67.04.54:10, Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios (2010), se detallan las numeraciones y funciones de los siguientes aditivos alimentarios:

Tabla No. 5 Aditivos alimentarios de interés

ADITIVO ALIMENTARIO	NÚMERO	FUNCIÓN	INFORMACIÓN
Rojo allura AC	INS 129	Colorante	Rojo # 40. Es una sal disódica y un colorante artificial.
Sorbato de potasio	INS 202	Antioxidante, sustancia conservadora y estabilizador	Es la sal del ácido sórbico. Es utilizado en los alimentos para evitar el crecimiento de hongos y levaduras.
Benzoato de sodio	INS 211	Sustancia conservadora	Es bactericida y en medios ácidos es funguicida.
Ácido ascórbico	INS 300	Antioxidante, agente de retención del color y regulador de la acidez	Es un ácido orgánico dulce, soluble en agua. Es conocido como vitamina C, la cual no puede ser sintetizada por lo que se debe de ingerir en los alimentos. Su fórmula molecular es: $C_6H_8O_6$.
Citrato diácido sódico – Citrato trisódico	INS 331i – INS 331iii	Regulador de la acidez, antioxidante, emulsificante, secuestrante y estabilizador.	Sal trisódica de ácido cítrico y contiene dos moléculas de agua de cristalización. Su fórmula molecular es: $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$. (EcuRed, Citrato de sodio, 2012)
Lactato cálcico	INS 327	Regulador de acidez, antioxidante, emulsificante, agente endurecedor, estabilizador y espesante	Lactato de calcio. Utilizado en la esferificación.

ADITIVO ALIMENTARIO*	NÚMERO	FUNCIÓN	INFORMACIÓN
Ácido cítrico	INS 330	Regulador de la acidez, antioxidante, secuestrante.	Es un ácido orgánico tricarboxílico (compuesto oxigenado derivado de los hidrocarburos), que actúa como conservante y antioxidante. Este ácido está presente de forma natural en la mayoría de frutas.
Alginato de sodio	INS 401	Agente de carga, emulsificante, estabilizador y espesante	Utilizado en la esferificación.
Goma xantana	INS 415	Estabilizador, espesante, emulsionante y espumante	Se crea por fermentación de glucosa, azúcar y la bacteria <i>Xanthomonas campestris</i> . Es un hidrocoloide polisacárido utilizado en procesos de rápida hidratación. Los hidrocoloides son sustancias que al disolverse en agua producen espesamiento, estabilización o gelificación. (SertransChileS.A., 2015)

*continuación página anterior

1.2.11. Análisis Proximal

Existe una variedad de técnicas analíticas aplicables para un determinado tipo de producto y para analizar una propiedad específica del producto seleccionado.

El análisis proximal de alimentos o método de Weende es una disciplina indispensable aplicada para el estudio de las características de los componentes presentes en un determinado alimento; de modo que se evalúa y se obtiene con exactitud la cantidad de propiedades en un alimento. Cabe mencionar que el análisis se aplica tanto para la materia prima a utilizar como para el producto terminado, con la finalidad de tener un control del cumplimiento de especificaciones nutricionales establecidas.

Luego del análisis, se pueden ajustar las cantidades en la formulación para así desarrollar un producto que cumpla con las expectativas planteadas y que cubra las necesidades del mercado meta.

(Carbajal y Ramírez, 2012)

A continuación se describen los distintos macronutrientes determinados por medio de un análisis proximal.

Contenido de humedad

Este es el porcentaje de agua en el producto y se obtiene por medio del secado de una muestra. Se debe de controlar el aspecto de cantidad de agua ya que si el porcentaje de humedad es mayor a 8%, podría existir presencia de insectos y si es mayor a 14%, podría existir riesgo de contaminación por hongos y bacterias. (Cockerell et al., 1971).

Contenido de cenizas

El contenido de cenizas en un producto alimenticio es la determinación del contenido de minerales totales o materia inorgánica y se determina por medio de calcinación de una muestra.

Contenido de lípidos crudos (extracto etéreo)

Las grasas de una muestra se pueden extraer por medio de varios métodos, por ejemplo extracción líquido-líquido para muestras líquidas y método Soxhlet para muestras semi-sólidas y sólidas. La duración del análisis depende de la cantidad de lípidos en la muestra; la extracción toma hasta 6 horas en muestras muy grasosas. La muestra desengrasada puede utilizarse para la determinación de fibra cruda.

Contenido de proteína cruda (nitrógeno total)

La adecuada evaluación de este nutriente permite controlar la calidad de los insumos proteicos. El análisis del contenido de proteína cruda se efectúa mediante el método de Kjeldahl. El principio del método es la conversión del nitrógeno orgánico en inorgánico en forma de amoníaco el cual es recolectado en una solución, que es valorada por medio de un ácido de concentración conocida.

Para tener un estudio completo, cabe mencionar que los micronutrientes se analizan por medio de distintos métodos de laboratorio. A continuación se presentan generalidades sobre los micronutrientes de interés en el estudio.

Contenido de calcio

Esta evaluación se realiza por medio de titulación del calcio con una solución estandarizada de EDTA. El contenido de Calcio es muy importante ya que un desbalance con el fósforo u otros minerales genera bajo crecimiento de la persona.

Contenido de hierro

Este análisis se realiza midiendo la absorción óptica del compuesto de hierro (color naranja) a un pH de 4-5. Es un método colorimétrico, en el cual se da la curva de calibración por medio de estándares de concentración conocida. Con la curva de calibración se puede encontrar la concentración de la muestra al comparar la absorción reportada.

Contenido de vitamina C

Esta evaluación se realiza por medio de una valoración redox, la cual tiene carácter reductor por lo que es necesario utilizar una solución de yodo como agente oxidante que forma el patrón de valorante. Al agregar yodo, el ácido ascórbico se oxida, mientras que el yodo se reduce a yoduro.

1.2.12. Análisis sensorial

El ser humano instintivamente acepta o rechaza los alimentos como respuesta de lo que percibe al consumirlos. Esto permite que cada individuo cree sus criterios de selección en cuanto a los productos a ingerir y de forma global estos criterios coinciden en la calidad total del producto, llamada calidad sensorial. En este caso, cabe señalar que la calidad se mide por el grado de satisfacción del producto, de preferencia respecto a la competencia y de cumplimiento con normativas.

Por medio del análisis sensorial se evalúan las propiedades organolépticas a través de los cinco sentidos. En términos generales análisis sensorial, según la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de los Alimentos (1975), es “la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. En la industria, realizar evaluaciones sensoriales sirve como una herramienta de apoyo para determinar la aceptabilidad de un producto, con la finalidad de satisfacer necesidades del mercado objetivo.

(Ibañez y Barcina, 2001)

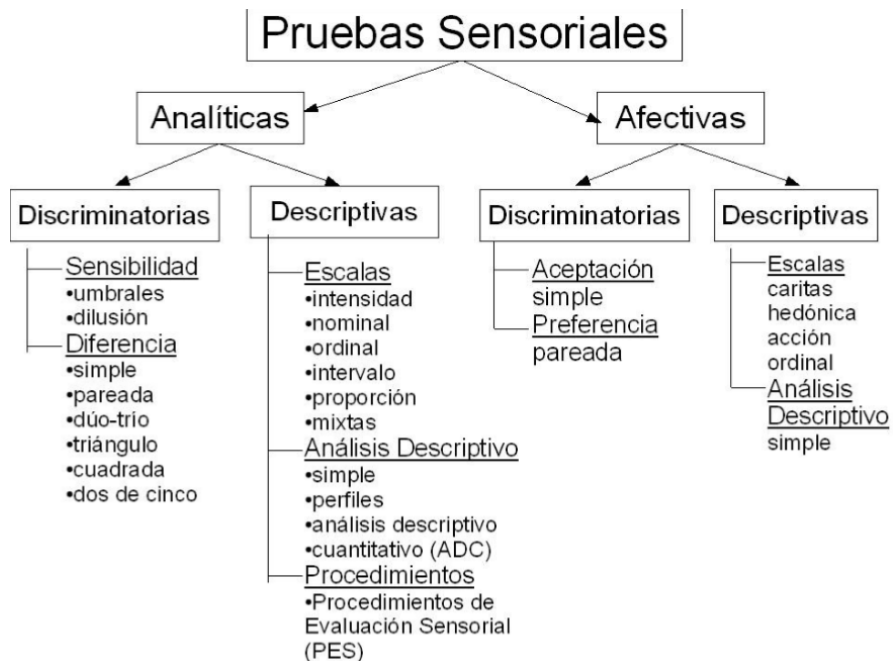
Generalmente los análisis sensoriales se realizan al momento de desarrollar un nuevo producto, para control de calidad o para el conocimiento del mercado. Al momento de realizar este tipo de análisis es importante tomar en cuenta distintos factores para que los resultados sean confiables, entre los factores a considerar están: producto o

productos a analizar, objetivo de la evaluación, tipo de prueba y análisis a realizar, selección de jueces catadores, condiciones de la instalación física en donde se llevará a cabo la evaluación, codificación de las muestras, presentación de la muestra, procedimiento y cuestionario entendible.

Las pruebas sensoriales se dividen en dos ramas, las cuales se subdividen en distintos tipos. Las ramas son las siguientes:

- Pruebas analíticas: su finalidad es de tipo comparativa o descriptiva acerca de la calidad del producto. La evaluación se realiza con un grupo reducido de catadores expertos o adiestrados.
- Pruebas afectivas: su finalidad es de tipo informativa acerca de la preferencia, aceptación o nivel de agrado que se tiene por el producto. La evaluación se realiza con una cantidad considerable de degustadores; los cuales son seleccionados como consumidores representativos de la población.

Figura No. 8 Diagrama de pruebas sensoriales



Fuente: EcuRed (2011)

Las pruebas afectivas se realizan en condiciones similares a las que usualmente se consumiría el producto con potenciales consumidores. Estas pruebas se subdividen en:

- Afectivas discriminatorias: las cuales analizan la aceptación o preferencia que tenga el consumidor hacia el producto. Con los resultados se pueden tomar acciones tal como sacar el producto al mercado o no. Las pruebas de aceptación se realizan por muestra simple y las pruebas de preferencia se realizan de forma pareada.
- Afectivas descriptivas: las cuales analizan el nivel de agrado o desagrado que tenga el consumidor hacia el producto. Con los resultados se pueden tomar acciones como lo es un cambio de formulación. Las pruebas escalares que se realizan mayormente son la hedónica y la de acción.

Según FFyB y UBA, para las pruebas de aceptación el número de jueces consumidores que se recomienda utilizar debe de ser mayor de 80, preferiblemente entre 100 y 150 para lograr una mejor representatividad de la población.

En las pruebas de aceptación tipo simple se evalúa únicamente la aceptación o rechazo del producto; generalmente marcando SI, si gusta o NO, si no gusta. Los resultados obtenidos se analizan con respecto de la cantidad de consumidores que aceptan la muestra y la cantidad de consumidores que rechazan la muestra. Por medio de la tabla de estimación de significancia (columna de una cola) se evalúa la significatividad del resultado.

Para las pruebas de preferencia tipo pareada, se le entregan dos muestras al consumidor, para que seleccione cual le agrada más. Los resultados obtenidos se analizan por medio de la tabla de estimación de significancia (columna de dos colas).

Figura No. 9 Tabla de estimación de significancia

Significación para Tests Pareados ($p = 1/2$)

Número de juicios (jueces x set)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias (una cola)			Mínimo de juicios correctos para establecer preferencias (dos colas)		
	Nivel de Probabilidad					
	.05	.01	.001	.05	.01	.001
7	7	7	--	7	--	--
8	7	8	--	8	8	--
9	8	9	--	8	9	--
10	9	10	10	9	10	--
11	9	10	11	10	11	11
12	10	11	12	10	11	12
13	10	12	13	11	12	13
14	11	12	13	12	13	14
15	12	13	14	12	13	14
16	12	14	15	13	14	15
17	13	14	16	13	15	16
18	13	15	16	14	15	17
19	14	15	17	15	16	17
20	15	16	18	15	17	18
21	15	17	18	16	17	19
22	16	17	19	17	18	19
23	16	18	20	17	19	20
24	17	19	20	18	19	21
25	18	19	21	18	20	21
30	20	22	24	21	23	25
35	23	25	27	24	26	28
40	26	28	31	27	29	31
45	29	31	34	30	32	34
50	32	34	37	33	35	37
60	37	40	43	39	41	44
70	43	46	49	44	47	50
80	48	51	55	50	52	56
90	54	57	61	55	58	61
100	59	63	66	61	64	67

Fuente: Roessler, Baker y Amerine (1956)

Para las pruebas escalares tipo hedónica, usualmente se utilizan 5 o 7 puntos para describir el nivel de agrado hacia el producto, siendo un extremo el de máximo agrado, el otro extremo el de máximo desagrado y el punto del centro el de indiferencia. Los resultados obtenidos se analizan convirtiendo la escala verbal en numérica, para así evaluar los valores de forma estadística. Para las pruebas escalares tipo acción, se detallan posibles acciones a las que el consumidor se viera motivado luego de consumir el producto; como por ejemplo, comprarlo o consumirlo. Esta prueba usualmente se realiza al evaluar un producto nuevo. Los resultados se procesan de la misma manera que el tipo hedónica.

Para las pruebas descriptivas se realiza un análisis descriptivo simple, el cual detalla cada aspecto del producto para que el consumidor lo puntée. En este caso, usualmente se analizan los siguientes aspectos: color, olor, textura, sabor, apariencia, dureza, calidad total, entre otros.

(FFyB y UBA, s.f.)

1.2.13. Material de empaque

Según la FAO en el artículo de Envasado y Etiquetado, la función del envasado es proteger los alimentos de la luz, humedad y otros contaminantes ambientales. Así como también se emplea para proteger el producto en el almacenamiento y manejo y para fomentar las ventas con un buen etiquetado. La etiqueta debe de ser colocada en el empaque a manera de identificar el producto, siguiendo con la normativa del RTCA para Etiquetado General.

En alimentos, el método de empaque depende totalmente del tipo de producto a empacar. Se deben de tomar en cuenta las especificaciones técnicas de los materiales de empaque o envasado a utilizar, esto para cumplir con requisitos de calidad y para asegurar la inocuidad del producto durante el transporte y almacenamiento. La vida útil del producto depende directamente del tipo de empaque utilizado.

(INGCO, 2008)

En la normativa del RTCA de Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados (2012), se menciona que un envase es cualquier recipiente que contiene alimentos para su entrega como un producto único, que los cubre total o parcialmente. Un envase puede contener varias unidades o tipos de alimentos pre-ensados cuando se ofrece al consumidor. En la normativa del RTCA de Productos Farmacéuticos. Productos Naturales Medicinales para Uso Humano. Requisitos de Etiquetado (2011), se menciona que el empaque o envase incluye los embalajes y está constituido principalmente de empaque primario y empaque secundario. El primario es el recipiente

donde se coloca directamente el producto terminado y el secundario es el recipiente donde se coloca el empaque primario que contiene el producto terminado para su posterior distribución.

El reglamento Europeo 1935/2004 detalla en materia de seguridad alimentaria, que el envase y complementos a utilizar deben de ser aptos para el contacto con productos de consumo humano y deben de fabricarse en conformidad con las buenas prácticas de fabricación para evitar peligros o modificaciones indeseables.

(Parlamento Europeo, 2004)

Existen distintos tipos de materiales para envasado, los cuales principalmente son de papel, metal, vidrio y plástico. En este caso únicamente se abordará el material plástico sintético, el cual se produce principalmente a partir de polímeros sintéticos y se clasifica en:

1. Polietileno Tereftalato (PET)
2. Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
3. Poli-Cloruro de Vinilo (PVC)
4. Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
5. Polipropileno (PP)
6. Poliestireno (PS)
7. Otros

Los más seguros para alimentos son HDPE, LDPE, PP. En el mercado el más utilizado es el PET y el HDPE.

Las propiedades con facilidad se pueden modificar a fin de adaptarse a ciertas propiedades específicas como la degradabilidad, color, elasticidad, forma, rigidez, tamaño, propiedad de barrera, entre otras.

(Kaczmarek, 2003)

1.2.14. Vida útil

Según Gutiérrez en su libro Ciencia Bromatológica (2000), la vida útil de un alimento es “el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo de un producto alimenticio elaborado”. Por lo que se define el tiempo en que un alimento mantiene su inocuidad total y la calidad aceptable para consumo.

Para no dar lugar a variaciones en los resultados es indispensable establecer el nivel de calidad aceptable del producto.

Para determinar el tiempo de vida útil de un producto se realiza lo que se llama estudio de estabilidad. Son las pruebas que se realizan para determinar las condiciones en las que se deben de procesar y almacenar los productos, así como también para determinar la vida útil del producto en su envase y en condiciones específicas de almacenamiento. Como su nombre lo indica, se estudia la capacidad del producto de mantener sus propiedades originales bajo condiciones específicas un determinado tiempo. Este estudio puede ser por medio del lapso del tiempo real o por medio de métodos de vida acelerada.

(RTCA, 2009)

Para el estudio de estabilidad por el método de vida acelerada es necesario colocar muestras del producto a analizar en condiciones adecuadas dentro de una cámara climática o una incubadora e ir evaluándolas cada cierto tiempo. Según Productos Farmacéuticos. Estudios de estabilidad de medicamentos para uso Humano del RTCA (2009), los estudios acelerados de estabilidad son estudios diseñados con el fin de aumentar la tasa de degradación química o física de un medicamento, empleando condiciones extremas de almacenamiento. El objetivo principal de este tipo de estudios es determinar los parámetros cinéticos de los procesos de degradación o predecir la vida útil del medicamento, en condiciones reales de almacenamiento. Las condiciones de almacenamiento que se modifican (elevan) son: la temperatura, la humedad y la exposición a la luz intensa. Para que el resultado del estudio de estabilidad sea

confiable y más certero, se debe de complementar el estudio acelerado con el estudio en condiciones reales.

(RTCA, 2009)

A continuación se detallan las condiciones para realizar estudios de estabilidad de los medicamentos que no requieren refrigeración ni congelación. El factor de este estudio de estabilidad es 1:4, ya que en este caso, un día dentro de la cámara climática o la incubadora, equivale a cuatro días en condiciones de almacenamiento reales ($22.5 \pm 7.5^{\circ}\text{C}$ y $65 \pm 10\%$ de HR; según Posada Cardona, 2011). Por lo que una semana de análisis a estas condiciones equivale a un mes de vida del producto. Para obtener resultados certeros el estudio se debe de realizar como mínimo tres muestras del producto terminado debidamente empacado, las cuales van siendo evaluadas en el tiempo estipulado; la frecuencia normalmente es una al inicio, una al intermedio y una al final.

Tabla No. 6 Condiciones para realizar estudios de estabilidad de los medicamentos que no requieren refrigeración ni congelación

Tiempo 6 meses (180 días)		
PRODUCTO DE ESTUDIO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	FRECUENCIA DE ANÁLISIS
Formas farmacéuticas sólidas	Temperatura: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Humedad Relativa: $75\% \pm 5\%$	Inicial 90 días 180 días
Formas farmacéuticas líquidas y semisólidas	Temperatura: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	Inicial 90 días 180 días

Fuente: RTCA (2009)

A continuación se detallan las condiciones para realizar estudios de estabilidad de los medicamentos que requieren refrigeración

Tabla No. 7 Condiciones para realizar estudios de estabilidad para los medicamentos que requieren refrigeración

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	PERIODO MÍNIMO	FRECUENCIA DE ANÁLISIS
Temperatura: 25 °C ± 2 °C Humedad relativa: 60 % ± 5 %	No menor de 6 meses	Inicial 3 meses 6 meses

Fuente: RTCA (2009)

Es importante señalar que al realizar los determinados estudios de estabilidad se evalúan parámetros fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos. En cada evaluación se obtienen los resultados necesarios para establecer el periodo de vida útil pertinente en donde se mantenga la calidad integral del producto.

1.2.15. Análisis de laboratorio

Análisis microbiológico

Se llevan a cabo análisis microbiológicos en los alimentos como medida de control de calidad para asegurar que el producto no representa un riesgo para la salud del consumidor y garantizando que este no se encuentra contaminado. Este tipo de análisis permiten valorar la carga microbiana del producto en cuestión y de ser necesario, para determinar focos de riesgo por contaminación. Con la microbiología en alimentos se obtienen resultados que determinan las prácticas adecuadas de higiene durante la producción.

(QuimNet, 2011)

Cada medio de cultivo se utiliza en la experimentación para la detección de presencia de distintos tipos de contaminaciones.

Tabla No. 8 Detección dependiendo del medio de cultivo

MEDIO DE CULTIVO	DETECCIÓN
Agar Papa Dextrosa	Mohos y Levaduras
Manitol Salado	<i>Staphylococcus Aureus</i>
Azida	<i>Pseudomonas spp.</i>
MRS	<i>Lactobacillus spp.</i>
Recuento Total	Contabilización de colonias de microorganismos aerobios mesófilos
Fluorocult	<i>Escherichia Coli</i>
Cromocult	<i>Escherichia Coli</i> y Coliformes
Salmonella Shigella	<i>Salmonella spp.</i> Y <i>Shigella spp.</i>

Se debe de sembrar en un ambiente estéril y con un mechero encendido. Las siembras usualmente se realizan en proporción 1:10 (10 gramos de producto + 90 gramos de agua peptonada). Luego, la caja Petri se debe colocar 48 horas en una incubadora a 35°C. La aparición de una colonia en la caja se interpreta como 10 UFC (Unidad Formadora de Colonias) por gramo de producto.

Los procedimientos para realizar análisis microbiológicos a nivel industrial se presentan en el BAM (Bacteriological Analytical Manual); elaborado por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) y la Asociación Americana de Salud Pública (APHA).

(FDA, 2015)

A continuación se describen ciertos medios de cultivo:

- Agar Recuento total (Método estándar): como su nombre lo indica, se utiliza para realizar un recuento total de microorganismos de tipo aeróbico y que crecen a

temperaturas ambiente, también llamados mesófilos. Este es un medio no selectivo de crecimiento microbiológico utilizado para evaluar el crecimiento total de bacterias viables de una muestra.

(VinoTec, 2014)

- Cromocult: es un agar selectivo que se utiliza para la determinación de *Escherichia Coli* y Coliformes totales y fecales en muestras, que son bacterias que se encuentran en la región del intestino y son indicadores de contaminación en agua y alimentos.

(Carrillo y Lozano, 2008)

Análisis fisicoquímico

El análisis de las propiedades fisicoquímicas de los productos alimenticios es uno de los aspectos que se deben de tomar en cuenta durante la producción de alimentos ya que permite determinar la calidad general del producto. El pH, grados Brix, grados Baumé y consistencia son algunas de las propiedades fisicoquímicas que se determinan. El potencial de hidrógeno (pH) indica la concentración de iones hidronio en una determinada solución, por lo que hace referencia a su nivel de acidez o alcalinidad. El rango de pH va de 0 a 14, pasando por el 7 que quiere decir que la solución es neutra. Si es posible, es recomendable mantener el pH del producto por debajo de 4.6, acidificando, ya que a este se inhibe el crecimiento bacterias dañinas como *E. Coli*. El pH se cuantifica utilizando un potenciómetro. Los grados Brix (°Bx) hacen referencia a la cantidad de sólidos disueltos en una solución, en otras palabras, es el porcentaje de materia seca disuelta en un líquido. Los grados Brix se cuantifican utilizando un refractómetro.

Cada producto, dependiendo de su naturaleza y composición, requiere de la medición de uno o varios de los parámetros mencionados anteriormente. Con cada lote de producción. Se toman las mediciones estipuladas para controlar que estas estén dentro del rango aceptable en base a valores de parámetros establecidos para cada formulación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad se ha despertado el interés sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología en la práctica culinaria, ya que esto permite ampliar la variedad de productos de consumo humano. A esta técnica que engloba distintos procesos se le llama gastronomía molecular, la cual no ha sido investigada, utilizada ni explotada a nivel de la región Centroamericana, encontrándose muy pocos estudios a nivel Latinoamericano.

En este caso, se investigará la técnica de esferificación inversa, cuyo principio es la formación de esferas a base de reacciones de gelificación para la obtención de texturas distintas, encapsulando un líquido, gelificando el exterior. Ya que es una técnica reciente, no se tienen los estudios suficientes en cuanto a su aplicación en la industria, por lo que es de interés realizar un trabajo de investigación enfocado en la esferificación de un nuevo producto que sea estable, incluyendo el tema de vida útil dependiendo del tipo de empaque, presentación seleccionada y forma de almacenamiento.

Según ENCOVI, 2011 en el documento Caracterización República de Guatemala de CENSO, se menciona que para el año 2011 la población total de Guatemala era de 14,636,487 habitantes; donde 1,852,033 habitantes estaban en el rango de edad de 5-9 años. Por lo que, según esta fuente, aproximadamente 12.65 % de la población tiene de 5 – 9 años de edad.

Ahora bien, ya que las esferas obtenidas a partir de la aplicación de la técnica arriba mencionada son llamativas y curiosas, se ha decidido destinar el producto esferificado al mercado de la niñez entre 7 a 9 años, desarrollando una bebida nutricional sabor a fresa, que aporte algunos de los nutrientes de mayor deficiencia en la niñez guatemalteca como lo son calcio y hierro, según University Research Co., LLC (URC) & Delgado (2012). De esta manera el infante podrá obtener una dosis de nutrientes primordiales que no consume normalmente debido al rechazo a ciertos alimentos.

¿Es posible utilizar el método de esferificación inversa para elaborar un producto con vida útil mínima de un mes y que aporte micronutrientes a niños de 7 a 9 años?

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Esferificar de manera inversa bebida nutricional sabor fresa, destinada a la niñez intermedia y determinar su tiempo de vida útil en condiciones adecuadas.

2.1.2. Objetivos específicos

- Formular una bebida nutricional sabor fresa.
- Determinar la proporción de aditivos para lograr una esferificación inversa estable.
- Determinar, por medio de balances de masa, el porcentaje de rendimiento de la bebida sabor fresa, la solución de alginato y la esferificación inversa.
- Realizar un análisis sensorial con enfoque al consumidor.
- Determinar el empaque y presentación del producto final.
- Cuantificar el aporte de calcio, hierro, vitamina C y macronutrientes en el producto final.
- Establecer la vida útil del producto.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Nula

- a. El tiempo de vida útil del producto esferificado almacenado a condiciones de refrigeración es ≥ 30 días.

- b. El producto esferificado aporta en el momento de su producción los nutrientes calcio, hierro y Vitamina C, para los niños de 7 a 9 años en un Valor Diario \geq 20%.

2.2.2. Alterna

- a. El tiempo de vida útil del producto esferificado almacenado a condiciones de refrigeración es $<$ 30 días.
- b. El producto esferificado aporta en el momento de su producción los nutrientes calcio, hierro y Vitamina C, para los niños de 7 a 9 años en un Valor Diario $<$ 20%.

2.3. Variables

2.3.1. Variables Independientes

- Porcentaje de aditivos para la esferificación
- Formulación de la bebida nutricional/Cantidad de ingrediente clave
- Materiales de empaque
- Temperatura de almacenamiento

2.3.2. Variables Dependientes

- Estabilidad de la esfera
- Balance de masa y rendimiento
- Análisis sensorial
- Tiempo de vida de anaquel (vida útil)
- Análisis fisicoquímico
- Análisis microbiológico
- Cantidad de nutriente en producto terminado

2.4. Definición de las variables

2.4.1. Definición Conceptual

Variables Independientes

- Porcentaje de aditivos para la esferificación: tanto por ciento de sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. (RAE, 2012)
- Formulación de la bebida nutricional/Cantidad de ingrediente clave: formulación es la acción y efecto de formular. Cantidad es el número que resulta de una medida u operación. (RAE, 2012)
- Materiales de empaque: conjunto de materiales que forman la envoltura y armazón de los paquetes, como papeles, telas, cuerdas, cintas, etc. (RAE, 2012)
- Temperatura de almacenamiento: temperatura es la magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el sistema Internacional es el *kelvin* (K). Almacenamiento es la acción y efecto de almacenar; reunir, guardar o registrar en cantidad algo. (RAE, 2012)

Variables Dependientes

- Estabilidad de la esfera: cualidad de estable; que mantiene o recupera el equilibrio. (RAE, 2012)
- Balance de masa y rendimiento: balance es el estudio comparativo de las circunstancias de una situación, o de los factores que intervienen en un proceso, para tratar de prever su evolución. Rendimiento es la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados. (RAE, 2012)
- Análisis sensorial: análisis es el estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador. Sensorial es perteneciente o relativo a la sensibilidad; facultad de sentir, propia de los seres animados. (RAE, 2012)
- Tiempo de vida útil: tiempo es la magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro. Su

unidad en el Sistema Internacional es el segundo. Vida es el espacio de tiempo que transcurre desde el nacimiento de un animal o un vegetal hasta su muerte. Útil que puede servir y aprovechar en alguna línea. (RAE, 2012)

- Análisis fisicoquímico: análisis es el estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador. Fisicoquímico es la parte de las ciencias naturales que estudia los fenómenos comunes a la física y a la química. (RAE, 2012)
- Análisis microbiológico: análisis es el estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador. Microbiológico es perteneciente o relativo a la microbiología; estudio de los microbios. (RAE, 2012)
- Cantidad de nutriente en producto terminado: número que resulta de una medida u operación. (RAE, 2012)

2.4.2. Definición Operacional

Variables Independientes

- Porcentaje de aditivos para la esferificación: distintas formulaciones que se realizaron en cuanto a la variación de la proporción de los dos aditivos a utilizar (Alginato de sodio y Lactato de calcio) para determinar la estabilidad del producto.
- Formulación de la bebida nutricional/Cantidad de ingrediente clave: porcentajes utilizados de cada ingrediente para elaborar una bebida aceptable sensorialmente y que aporte nutrientes necesarios para niños/as de 7 a 9 años.
- Materiales de empaque: se tomaron en cuenta diferentes tipos de empaques plásticos en base a su ficha técnica y se seleccionó el empaque utilizado para almacenar las esferas y evaluar la vida útil.
- Temperatura de almacenamiento: magnitud medida en grados Celsius que se controló entre 0-6 °C como la temperatura refrigeración y a 25 °C como la

temperatura de la incubadora; al realizar el estudio de estabilidad en condiciones reales y aceleradas, respectivamente.

Variables Dependientes

- Estabilidad de la esfera: se determinó en base a las diferentes formulaciones variando el porcentaje de aditivos específicos para la esferificación, observando la formación y consistencia de la esfera formada.
- Balance de masa y rendimiento: se determinó la entrada y salida de materia para cada etapa del proceso de esferificación, para así calcular los rendimientos.
- Análisis sensorial: se estudió el nivel de preferencia del producto terminado en base a dos formulaciones bebida sabor fresa. Análisis realizado a una muestra del grupo objetivo del estudio.
- Tiempo de vida útil: periodo de tiempo, desde la fecha de elaboración hasta la fecha en que el producto pierde sus propiedades y calidad. Para ello se llevaron a cabo una serie de análisis organolépticos, microbiológicos y fisicoquímicos.
- Análisis fisicoquímico: se estudiaron los parámetros grados Brix y pH de las esferas, como producto terminado.
- Análisis microbiológico: se analizó la presencia de *E. Coli* y coliformes con el medio de cultivo Cromocult y conteo microbiano con el medio de cultivo recuento total.
- Cantidad de nutriente en producto terminado: valor en miligramos de Vitamina C, Calcio y Hierro como micronutrientes y en porcentaje para Humedad, Ceniza, Lípidos, Proteína como macronutrientes presentes en las esferas. Se analizaron y calcularon los valores de los macro y micro nutrientes en el producto final y los porcentajes de aporte de micronutrientes en base a las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP y en base al valor de referencia de nutriente de la FAO/OMS.

2.5. Alcances y Límites

2.5.1. Alcances

Por medio de la técnica de gastronomía molecular, esferificación inversa, se obtuvieron esferas a partir de una bebida nutricional sabor fresa. Para ello se determinó la proporción adecuada de aditivos, alginato y sal de calcio, a adicionar para lograr una esferificación estable.

Se realizó un análisis sensorial con enfoque al consumidor, en este caso la niñez de 7 a 9 años, para así determinar el grado de aceptación entre dos opciones de producto terminado. Se cuantificó el aporte de nutrientes en el producto final por medio de un análisis proximal y la aplicación de distintos métodos para determinar el aporte de los micronutrientes hierro, calcio y vitamina C.

Luego, se determinó el empaque adecuado a utilizar en base a fichas técnicas, se estudiaron dos condiciones de almacenaje y se definió la presentación del producto terminado; para así posteriormente evaluar el tiempo de vida útil del producto.

2.5.2. Límites

Entre las limitaciones que se tienen es que por ser una técnica reciente, no hay información suficiente del tema a nivel latinoamericano. La información es general y no se explica a detalle lo que conlleva.

En Guatemala no hay industrias alimentarias que actualmente realicen estos procedimientos a nivel industrial por lo que no se cuenta con el equipo necesario para realizar esferificaciones. Las empresas de ventas de maquinaria y equipos para plantas procesadoras de alimentos no cuentan con esta tecnología aplicada; es por ello que el proceso es artesanal y no se ha industrializado.

Así como la planta piloto de alimentos de la Universidad Rafael Landívar no cuenta con el equipo a nivel semi-industrial para poder realizar pruebas de esferificación a mayor escala; por lo que únicamente fue posible esferificar de forma artesanal.

Otra limitación es que no se pudieron abarcar todos los nutrientes de deficiencia en la niñez reportados según estadísticas en Guatemala, por lo que el producto aporta únicamente tres nutrientes; vitamina C, hierro y calcio.

Debido al elevado costo de los análisis de alimentos más específicos, no se evalúan otros micronutrientes como vitamina A y sodio, así como tampoco se evalúa el contenido de micronutrientes en el producto al final del tiempo de vida útil estudiado.

Por otro lado, no se evalúa la demanda por medio de estudio de mercado, no se calculan los costos de producción, inversiones iniciales, pero aunque se trate de una nueva tecnología, el costo promedio de materia prima y material de empaque es Q2.72.

2.6. Aporte

A la Industria Alimentaria, aporte de información y estudios útiles para la utilización de una técnica nueva, potencial para la industrialización.

A Guatemala, dando a conocer una distinta forma de alimentar, variando las texturas de productos existentes, ampliando la presentación de productos y encapsulando productos beneficiosos para la población guatemalteca.

A los futuros estudiantes de Ingeniería y carreras afines a alimentos, fuente de investigación y guía para el estudio de procesos de formulación de alimentos, evaluación de propiedades, material de empaque, vida útil y evaluación de un proceso referente a gastronomía molecular.

A la Universidad Rafael Landívar, aporte de conocimientos referentes a la formulación de alimentos y evaluación de procesos que involucran gastronomía molecular, específicamente esferificación inversa.

3. Método

3.1. Sujetos y Unidades de Análisis

Para la realización del presente trabajo de investigación se obtuvo información por distintos medios y fuentes, los cuales se describen a continuación.

Sujetos

- Personas con experiencia en el campo de estudio:
 - Ingeniero Wilfredo Fernández, graduado de Ingeniería de Alimentos en Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Especialización en Sistemas de Gestión de Calidad en Pontificia Universidad Católica de Chile. Diplomado Gerencia en Exportaciones, Asociación Gremial de Exportadores, Guatemala. Se ha desempeñado en Gerencia de Producción en Plantas de Alimentos, Jefaturas en Aseguramiento de la Calidad e Ingeniero de proyectos. Actualmente es Director Ejecutivo de la Gremial de Lácteos de Cámara de Industria y es catedrático de la facultad de ingeniería de la Universidad Rafael Landívar para la carrera de Ingeniería en Industria de Alimentos.
 - Ingeniera Ma. Renée Papa, graduada de Ingeniería Química en la Universidad del Valle de Guatemala. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos en la Universidad del Valle de Guatemala. Labora en industria de alimentos desde el año 2003, con experiencia en productos en polvo, panadería y pastelería. Cinco años de docencia en cursos de Ingeniería en Alimentos.
 - Ingeniero Peter Meng Sapper, graduado de Ingeniería en Ciencia y Tecnología de alimentos en la Universidad del Valle de Guatemala. Maestría en Tecnología y Formulación de Productos en la Universidad Internacional de Andalucía. Experiencia en Gerencia de Aseguramiento de la Calidad por tres años, docencia en cursos de Tecnología de Alimentos por seis años y Gerencia General en Nuevos Territorios, desde el año 2007 hasta la fecha.

- Licenciada Karen Schlosser, graduada de Nutrición Clínica en la Universidad Francisco Marroquín. Maestría en Docencia de la Educación Superior en la Universidad Rafael Landívar, maestría en Medicina Natural y Homeopatía en la Universidad de León, especialización en Composición Corporal en la Universidad de Madison Wisconsin.
- Ingeniera Miriam Estela Chávez Ramírez, graduada de Ingeniería Química Industrial de la Universidad Rafael Landívar. Maestría en Administración Industrial, Maestría en Docencia Superior y Postgrado en Educación Superior, en la Universidad Rafael Landívar. Experiencia en la Industria de aerosoles, productos cosméticos y farmacéuticos. Consultorías en la CIG y en la Industria. Docencia en la Universidad Rafael Landívar, desde hace 19 años, impartiendo cursos de Química I, II y III, aparte de los cursos de Planificación en los Sistemas de Calidad II y Análisis Estadístico en los Sistemas de Calidad.
- Wayne Boburg, estudiante de Ingeniería en Industria de Alimentos en la Universidad Rafael Landívar. Emprendedor en Industria de Alimentos, 5 años de experiencia.
- Fabiola Artero, estudiante de Ingeniería en Industria de Alimentos en la Universidad Rafael Landívar. Conocimiento en aditivos alimentarios.

- Panel de análisis sensorial con mercado objetivo:

Análisis realizado el 4 de noviembre del 2015 en un colegio de la capital con una muestra de cien niños de primero a tercero grado de primaria, comprendidos entre los 7 a los 9 años de edad.

Unidades de Análisis

- Formulación A, muestra problema con variación en componentes utilizada para comparar nivel de aceptabilidad entre esta y la B.
- Formulación B, muestra problema con variación en componentes utilizada para comparar nivel de aceptabilidad entre esta y la A.
- Fresas, componente principal de la bebida, el cual aportó hierro y vitamina C como nutrientes importantes a destacar.
- Hierro, mineral agregado al producto en forma de hierro aminoquelado.
- Alginato de sodio, aditivo utilizado en el proceso de esferificación inversa, fue aplicado en el agua donde se agregó cada gota de bebida.
- Lactato de calcio, aditivo utilizado en el proceso de esferificación inversa, fue aplicado en la bebida para aumentar el porcentaje de calcio.
- Esferificación Inversa, encapsulado de la bebida sabor fresa por medio de la formación de una membrana semi-permeable.
- Resultados de encuesta del análisis sensorial.
- Reporte de resultados de proteína y hierro, realizado en el laboratorio de CONCALIDAD en la Universidad Rafael Landívar.
- Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (segunda edición, tercera reimpresión febrero 2012), Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP (segunda edición, Guatemala, agosto 2012), Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).
- Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.60:10).

3.2. Instrumentos

A continuación se detallan especificaciones sobre el equipo, utensilios y reactivos utilizados para la elaboración del producto.

Tabla No. 9 Equipos a utilizar

EQUIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN Y CAPACIDAD	USO
Balanza Electrónica		SUPER-SS. Model: 3S/New Su-15. Max: 15 kg. e: 2g. Incertidumbre: ± 0.0005 g.	Utilizada para pesar la materia prima.
Balanza Analítica		Explorer OHAUS. Item No: E12140. Temp: 10°C – 40°C. Made in Switzerland. Capacidad: 0.1mg – 210g. Incertidumbre: ± 0.00005 g.	Utilizada para pesar los aditivos y reactivos.
Cúter		Material: acero inoxidable. Capacidad: 5 kg.	Utilizado para cortar y triturar la fresa.
Batidora de mano		Protector Silex. Tipo HB09. Modelo: 59738. 2 velocidades. 120V, 60Hz, 150W. Hoja de acero inoxidable.	Utilizada para homogenizar en la solución de alginato y para triturar el producto terminado para su análisis proximal y micronutrientes.

Marmita		Marmita de vapor. Material: acero Inoxidable. Válvula de presión: 0 – 100 psi. Capacidad: 30 kg.	Utilizada en la elaboración de la bebida sabor fresa.
Estufa		Angelo Po. Estufa de gas propano. 6 hornillas.	Utilizada en la producción (como equipo alterno).
Refractómetro		Hanna Instruments. HI96801. Refractómetro. 0 – 85 % Brix. 1x9VIEC6LR61. Incertidumbre: ± 0.05 °.	Utilizado para medir grados Brix.
Consistómetro		Endecotts. Distancia: 0 – 24 cm. Incertidumbre: ± 0.25 cm.	Utilizado para medir la consistencia de la bebida sabor fresa.
Potenciómetro		Hanna Instruments. HI9125. pH/ORP Meter. Incertidumbre: ± 0.05 .	Utilizado para medir pH.
Estufa		Cimarec 2. Barnstead/ Thermolyne. (Heat & stir). Model No. SP46925. Volts: 120, Amps: 9.5. Watts: 1118, Hz: 60,	Utilizada en el análisis de lípidos y calcio.

Desecadora		-	Utilizada para desecar en el proceso de análisis proximal y de micronutrientes.
Cámara Climática		Manufactured by Lab-Line Instruments, INC. Model No. 203. 120 Volts, 50/60 Hertz, 1.70 Amps, 200 Watts.	Utilizada en el análisis de tiempo de vida útil en condiciones aceleradas(25°C).
Incubadora		Precision. Incubator. Cat No. 5122108g. Serial No. 602021172. UL. Temp: Amb + 5°C hasta 65°C. 120 Volts, 15° Watts, 1Ph, 1.3 Amps, 50/60 Hz.	Utilizada en el análisis microbiológico (35°C).
Termómetro		Hanna Instruments. HI145. Incertidumbre: ±0.05 °C.	Utilizado para tomar las temperaturas en la preparación.
Selladora de banda		SEALER. Options: start, seal, fan, speed of conveyor, temperature adjustment. Speed of conveyor: 1 – 7. Temp: 0 – 300 °C. Certification QC PASS.	Utilizada para sellar las bolsas de alta temperatura; contienen bebida, líquido externo y/o solución de alginato.




Selladora de botes		PROYECT. Asesoría Industrial. No. Serie: 12007. Año 2007. Voltaje: 220V.	Utilizada para sellar los envases con el liner.
Horno de secado		Central Scientifics Division OF. Cenco Instruments Corporation. CAT No: 95472-16. Cycles: 50/60.	Utilizado para eliminar la humedad de las muestras para análisis proximal y de micronutrientes.
Mufla		48000 Furnace. Thermolyne. Temperaturas > 500°C.	Utilizada para incinerar la muestra para análisis proximal y de micronutrientes.

Tabla No. 10 Utensilios y cristalería a utilizar




UTENSILIO / CRISTALERÍA	IMAGEN	USO
Probeta 1 ± 0.005 L		Utilizada para tomar la cantidad de agua necesaria para desinfectar las fresas.

Tabla para picar		Utilizada para quitarle la hoja a las fresas.
Cuchillo		Utilizado para quitarle la hoja a las fresas.
Recipientes		Utilizados para contener.
Fuete		Utilizado para agitar en la elaboración de la bebida sabor fresa y el líquido externo.
Colador		Utilizado para quitar las partículas grandes del líquido externo.
Raspadoras		Utilizadas para sacar la mayor cantidad de producto al momento de trasvasar.
Jeringa 60 ± 0.5 ml		Utilizada durante la elaboración de esferas.
¼ Cucharita medidora (5-8 g)		Utilizada durante la elaboración de esferas.

Olla con cesto		Utilizadas para sacar las esferas de la solución de alginato y del lavado de agua.
Espumadera		Utilizada para sacar las esferas de los recipientes con agua (utensilio alterno).
Crisoles de porcelana		Utilizados para secar y calcinar las muestras para los análisis proximal y de micronutrientes.
Pinzas para crisol		Utilizadas para mover los crisoles.
Beaker 250 ± 25 ml		Utilizado para el análisis proximal y de micronutrientes.
Balón aforado 100 ml		Utilizado durante el análisis de lípidos.
Erlenmeyer 125 ± 25 ml		Utilizado para el análisis proximal y de micronutrientes.

<p>Embudo de separación</p> <p>250 ± 5 ml</p>		<p>Utilizado como aparato de extracción líquido-líquido durante el análisis de lípidos.</p>
<p>Probeta</p> <p>25 ± 0.25 ml</p>		<p>Utilizado para el análisis proximal y de micronutrientes.</p>
<p>Bureta</p> <p>50 ± 0.05ml</p>		<p>Utilizado para titular la muestra de vitamina C y calcio.</p>
<p>Pipeta</p> <p>10 ± 0.05 ml</p>		<p>Utilizado para el análisis proximal y de micronutrientes.</p>
<p>Embudo</p>		<p>Utilizado para agregar la solución para titular la muestra de vitamina C y calcio.</p>
<p>Varilla de agitación</p>		<p>Utilizada para agitar durante el proceso de análisis proximal y de micronutrientes.</p>
<p>Soporte universal</p>		<p>Utilizado para colocar el anillo metálico y pinza para bureta.</p>

Anillo metálico		Utilizado para sostener el aparato de extracción.
Pinza para bureta		Utilizado para sostener la bureta durante las titulaciones.
Olla		Utilizada para calentar por baño maría la muestra durante el análisis de lípidos.
Espátula		Utilizada para agregar polvos durante el análisis proximal y de micronutrientes.
Mechero de Bunsen		Utilizado en la siembra durante el análisis microbiológico.
Cajas Petri		Utilizadas para sembrar las muestras para su análisis microbiológico.

Tabla No. 11 Medios de cultivo para pruebas a utilizar

MEDIO DE CULTIVO	DESCRIPCIÓN	USO
Recuento total	20 ml cultivo por caja Petri	Utilizado para el análisis de colonias de microorganismos.
Cromocult	20 ml cultivo por caja Petri	Utilizado para el análisis de bacterias <i>E. Coli</i> y Coliformes.

Tabla No. 12 Químicos a utilizar para pruebas

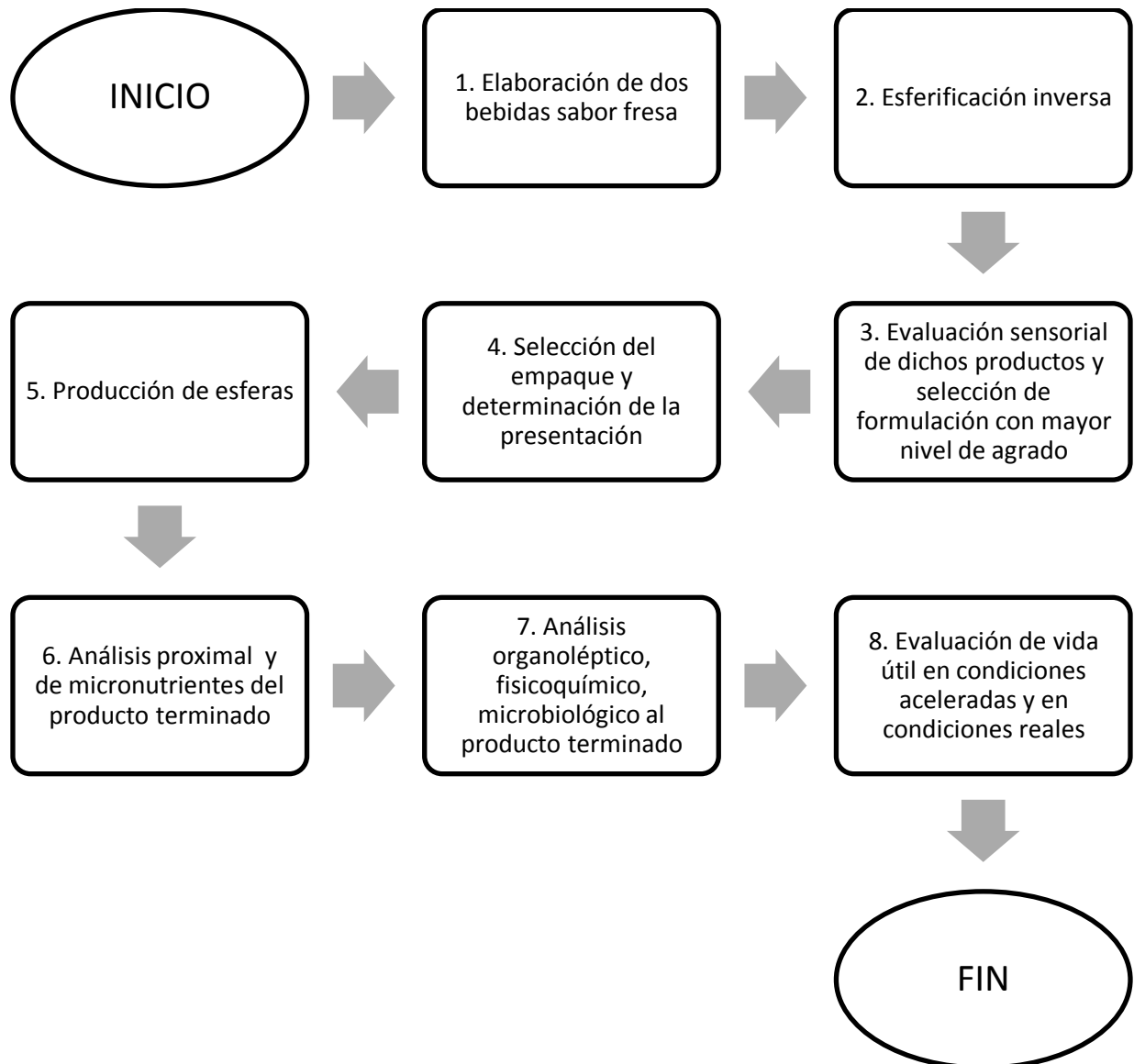
REACTIVO	DESCRIPCIÓN	USO
Solución de amoniaco	Al 25%. Grado analítico	Análisis de contenido de lípidos crudos.
Etanol	Al 96%. Grado analítico	
Éter dietílico	Grado analítico	
Éter de petróleo	Grado analítico	
Sulfato de sodio anhidro	Grado analítico	
Ácido clorhídrico concentrado	Al 37%. Grado analítico	Análisis de contenido de Calcio.
Cianuro de potasio	100g/L. Grado analítico	
Hidróxido de potasio	Al 50%. Grado analítico	
Hidróxido de amoniaco cloro	Al 10%. Grado analítico	
Ácido 2 – hidroxí 1,3 – naftoico	Grado analítico	
Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)	10mmol/L. Grado analítico	
Cloruro de amonio	Grado analítico	
Amoniaco	Grado analítico	
Ácido sulfúrico	Al 10%. Grado analítico	Análisis de contenido de Vitamina C.
Solución de yodo	0.1N. Grado analítico	

3.3. Procedimiento

3.3.1. Diagrama del proceso del estudio de investigación

Diagrama No. 1 Proceso del estudio de investigación

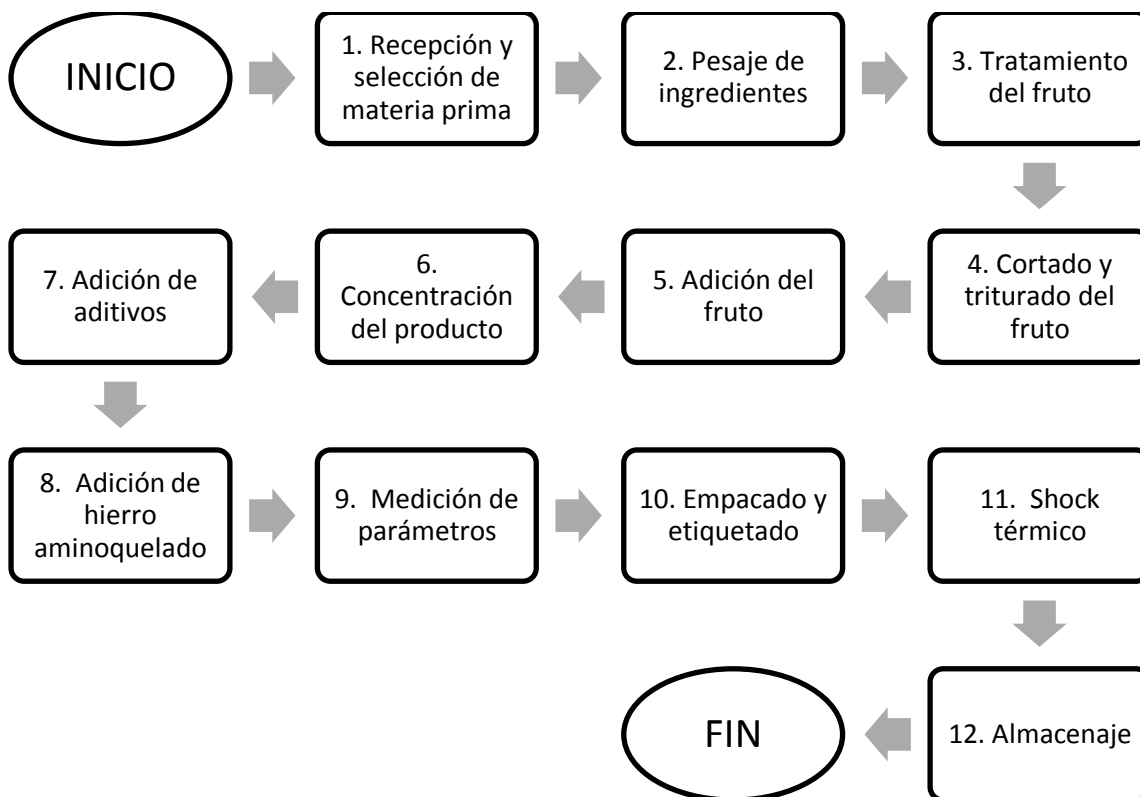
Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda



3.3.2. Diagramas específicos

Diagrama No. 2 Procedimiento de elaboración de bebida sabor fresa

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda



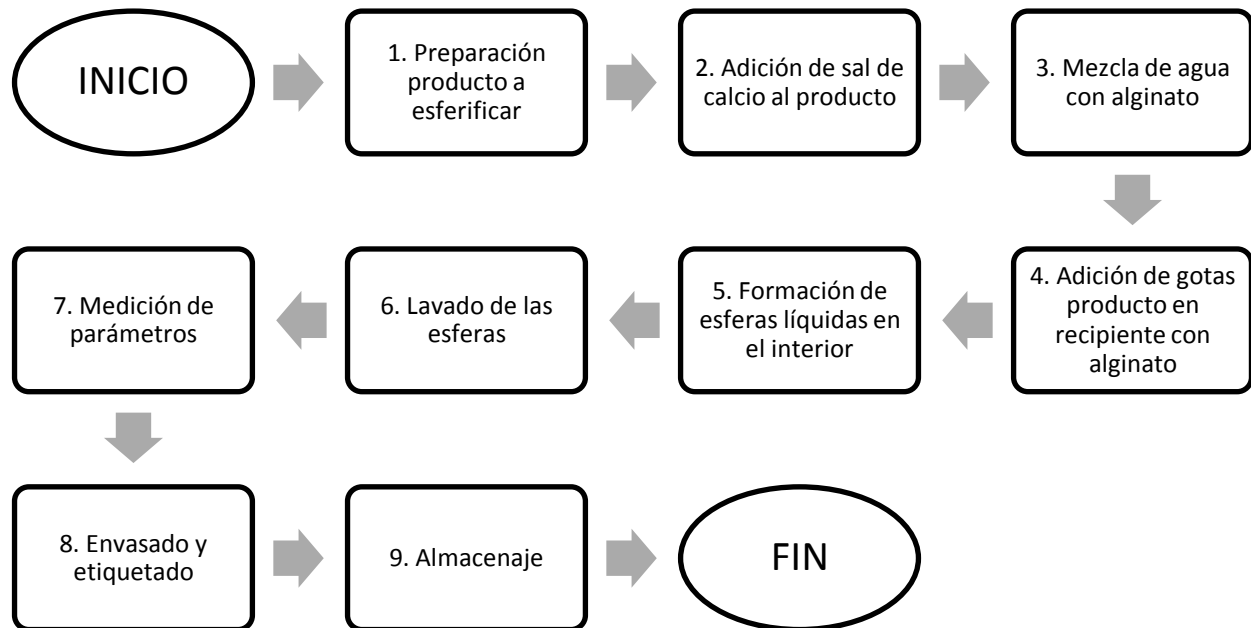
Descripción elaboración de bebida sabor fresa:

1. Recepción y selección de materia prima: revisar la calidad de las fresas y verificar que cada ingrediente empacado esté sellado, sin daños y dentro de su vida útil.
2. Pesaje de ingredientes: pesar cada ingrediente por separado, tarando la balanza luego de colocar el recipiente que lo contendría. Chequear que los pesajes se realicen con exactitud y con la misma unidad de medida.

3. Tratamiento del fruto: proceder a remover las hojas de las fresas para luego lavarlas y desinfectarlas colocándolas en reposo durante 1 minuto en una solución de cloro a 200ppm.
4. Cortado y triturado del fruto: hacer pasar por el cúter las fresas tratadas para cortarlas y triturarlas a modo de dejar una pasta de fresa.
5. Adición del fruto: agregar la pasta de fresa, agua, azúcar y fructosa en la marmita y agitar con ayuda de un fuede.
6. Concentración del producto: agitando constantemente, dejar calentar a 85°C durante 15 minutos para así concentrar la mezcla.
7. Adición de aditivos: por separado disolver en una porción de agua cada aditivo (benzoato de sodio, ácido cítrico, ácido ascórbico, citrato de sodio, sorbato de potasio, goma xantana, colorante al 2%), agregarlos a la marmita y mezclar.
8. Adición de hierro aminoquelado: agregar a la marmita el hierro diluido y mezclar.
9. Medición de parámetros: realizar la toma de parámetros del producto para determinar cumpla con el rango requerido. Análisis fisicoquímico: °Brix, pH.
10. Empacado y etiquetado: al cumplir con el análisis, empacar en bolsa plástica para alta temperatura. Etiquetar el envase a modo de identificarlo.
11. Shock térmico: sumergir el producto terminado en agua con hielo inmediatamente después del sellado, esto para bajar la temperatura de forma rápida para no permanecer en la zona de peligro.
12. Almacenaje: almacenar el producto a temperatura ambiente para luego proceder a esferificarlo.

Diagrama No. 3 Procedimiento de esferificación inversa

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda



Descripción esferificación inversa:

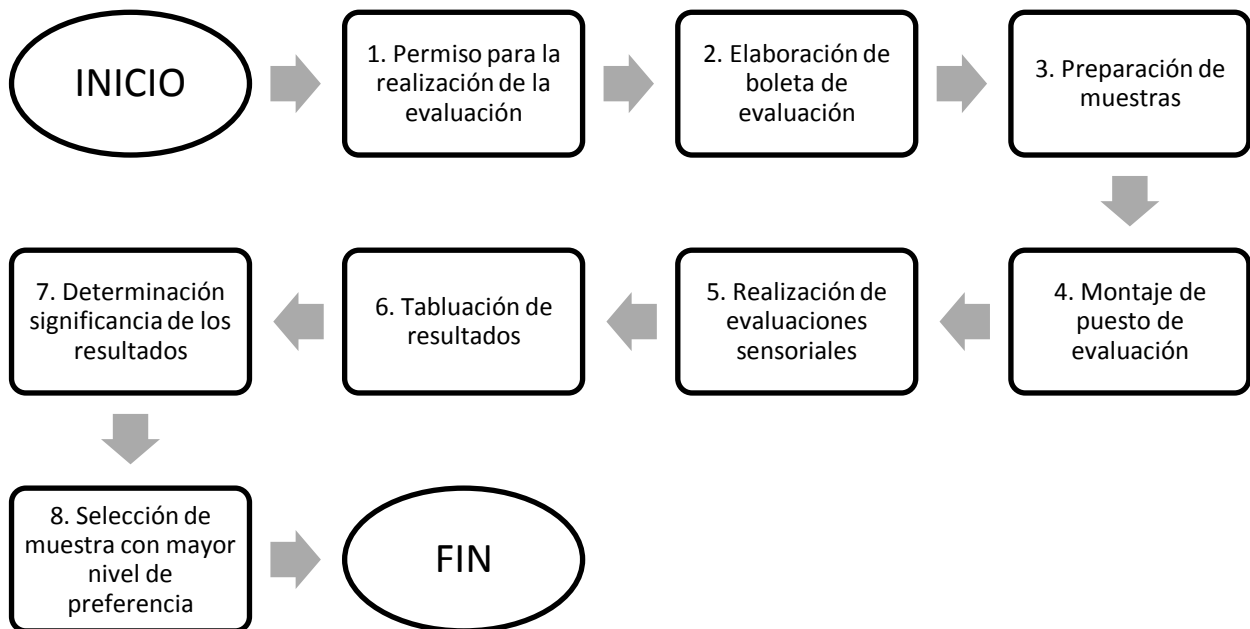
1. Preparación producto a esferificar: el producto debe de ser un líquido acuoso. Preparar la bebida sabor fresa elaborada anteriormente, colocándola en un recipiente.
2. Adición de sal de calcio al producto: agregar al producto lactato de calcio y agitar.
3. Mezcla de agua con alginato: en un recipiente con agua, agregar lentamente alginato de sodio y con la batidora de mano a velocidad media homogenizar la mezcla.
4. Adición de gotas de producto en recipiente con alginato: con una jeringa de 60ml, agregar gota a gota el producto con lactato de calcio en una cuchara

medidora de ¼ con solución de alginato y luego pasarlo al recipiente con la dilución de alginato de sodio.

5. Formación de esferas líquidas en el interior: las esferas se forman por la reacción del alginato con la sal de calcio, dando como resultado alginato de calcio. Dejar 3-3.5 minutos las esferas en el agua a fin de que la reacción se lleve a cabo.
6. Lavado de las esferas: sacar las esferas y meterlas en un recipiente con agua, esto para parar la reacción.
7. Medición de parámetros: realizar la toma de parámetros del producto para determinar cumpla con el rango requerido. Análisis fisicoquímico: °Brix, pH.
8. Envasado y etiquetado: empacar el producto colocando 80% de esferas y 20% líquido externo y etiquetar el envase a manera de identificarlo.
9. Almacenaje: almacenar el producto a temperatura de refrigeración.

Diagrama No. 4 Evaluación sensorial

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

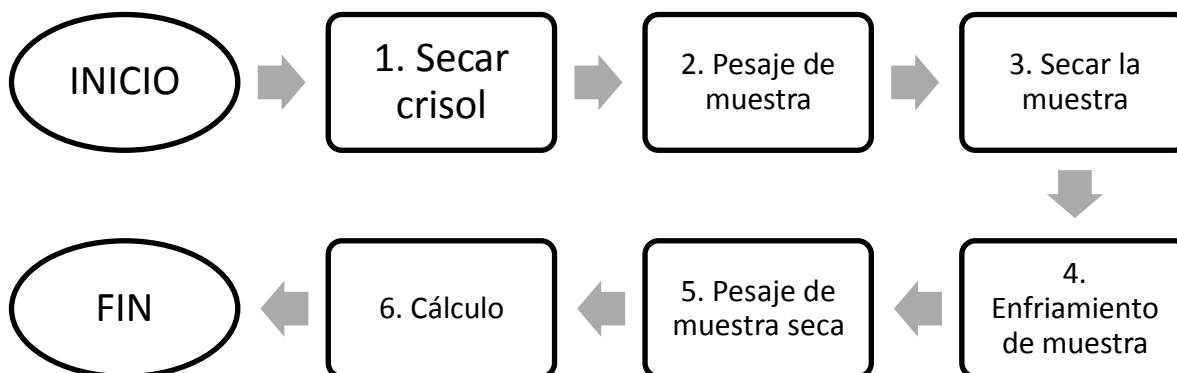


Descripción evaluación sensorial:

1. Permiso para la realización de la evaluación: pedir carta de parte de la universidad para así contactar a autoridades del colegio donde se realizará la evaluación y solicitar autorización para realizar la misma.
2. Elaboración de boleta de evaluación: realizar la boleta tomando en cuenta que la prueba sensorial es afectiva discriminatoria-preferencia-pareada.
3. Preparación de muestras: elaborar y envasar 200 muestras, de las cuales 100 son de la formulación A y 100 son de la formulación B. Codificar los envases, se generaron dos códigos para cada muestra.
4. Montaje de puesto de evaluación: colocar de forma organizada las distintas muestras, el agua y las boletas; esto para evitar confusiones o manipulación al momento de realizar la evaluación.
5. Realización de evaluaciones sensoriales: proceder a realizar las evaluaciones de forma ordenada. A cada persona se le entrega: una muestra de la fórmula A, una muestra de la fórmula B, un vaso con agua, una boleta de evaluación y un crayón.
6. Tabulación de resultados: ingresar los resultados obtenidos y contabilizarlos.
7. Determinación significancia de los resultados: en base a la tabla de significación para tests pareados ($p=1/2$), determinar si el resultado obtenido demuestra si hay preferencia significativa.
8. Selección de muestra con mayor nivel de preferencia: luego del análisis de resultados, seleccionar la muestra a utilizar.

Diagrama No. 5 Determinación contenido de humedad

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

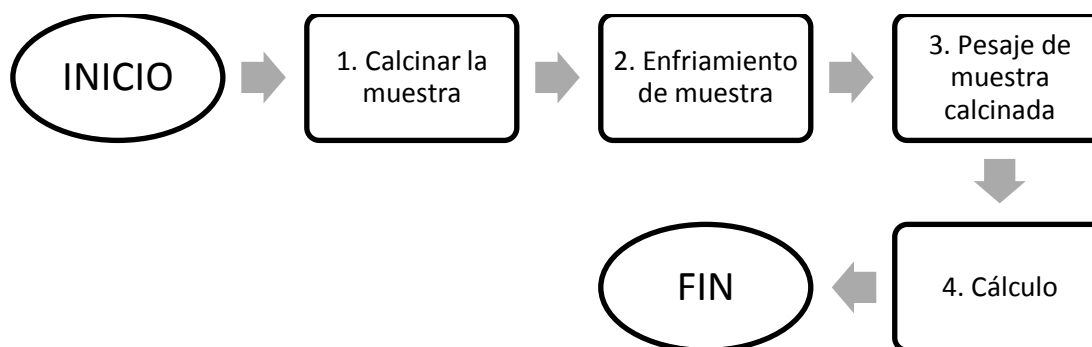


Descripción determinación contenido de humedad:

1. Secar crisol: secar los crisoles necesarios en el horno y enfriarlos en el desecador, llevarlos a peso constante.
2. Pesaje de muestra: pesar la cantidad de muestra molida.
3. Secar la muestra: colocar la muestra en un horno de secado a 105°C por 12 horas.
4. Enfriamiento de muestra: enfriar el crisol en un desecador.
5. Pesaje de muestra seca: pesar la muestra seca (sin exponer al ambiente).
6. Cálculo: proceder al cálculo.

Diagrama No. 6 Determinación contenido de cenizas

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

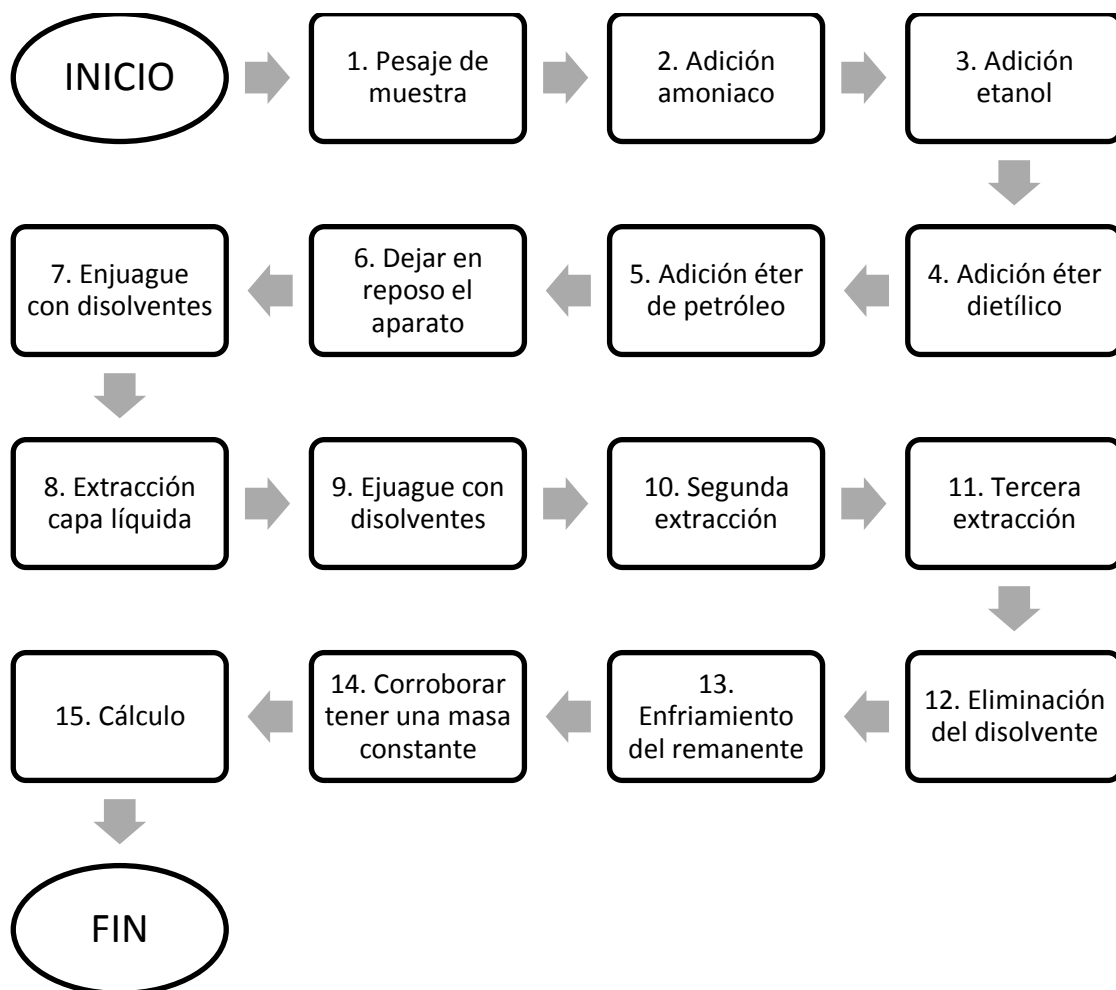


Descripción determinación contenido de cenizas:

1. Calcinar la muestra: calcinar la muestra seca contenida en el crisol de porcelana y en una mufla calcinarla a 550°C por 12 horas.
2. Enfriamiento de muestra: enfriar el crisol pasándolo unos minutos en el horno y luego colocarlo en un desecador.
3. Pesaje de muestra calcinada: pesar el crisol con la ceniza.
4. Cálculo: proceder al cálculo.

Diagrama No. 7 Determinación contenido de lípidos crudos (extracto etéreo)

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda



Descripción determinación contenido de lípidos crudos:

1. Pesaje de muestra: pesar la muestra homogénea y colocarla en el aparato de extracción líquido-líquido.
2. Adición amoniaco: añadir solución de amoniaco y mezclar.
3. Adición etanol: agregar Etanol y mezclar suavemente, manteniendo abierto el aparato de extracción.
4. Adición éter dietílico: agregar éter dietílico, cerrar el aparato y agitar durante 1 minuto, liberando presión cada cierto tiempo, quitando el tapón cuidadosamente. De ser necesario enfriar el aparato con agua corriente previo a quitar el tapón.
5. Adición éter de petróleo: añadir éter de petróleo, procurando enjuagar el tapón y cuello del aparato de extracción. Tapar el aparato y una vez más agitar liberando presión.
6. Dejar en reposo el aparato: dejar el aparato en reposo hasta que se observe la separación de capas; líquida la fase superior y acuosa la fase inferior. (Previamente, montar el anillo metálico en el soporte universal).
7. Enjuague con disolventes: quitar el tapón y enjuagarlo con una mezcla de disolventes (partes iguales de éter de petróleo y éter dietílico).
8. Extracción capa líquida: extraer con cuidado la capa superior con la ayuda de una pipeta y colocando el extracto en un Erlenmeyer de 250ml previamente desecado y pesado. Agregar sulfato de sodio anhidro para limpiar el líquido de llegar a pasar una pequeña cantidad de la fase acuosa.
9. Enjuague con disolventes: enjuagar con la mezcla de disolventes las paredes y cuello del aparato.
10. Segunda extracción: realizar una segunda extracción de la capa superior remanente, repitiendo el procedimiento desde el paso 2.
11. Tercera extracción: realizar una tercera extracción, repitiendo el procedimiento desde el paso 2 hasta el paso 9. Decantar el extracto hacia otro Erlenmeyer, procurando que no pase el sulfato de sodio.
12. Eliminación del disolvente: eliminar el disolvente por evaporación, calentando el Erlenmeyer en la estufa por medio de baño maría en la campana de extracción.

Seguidamente, trasladar el Erlenmeyer al horno para eliminar la totalidad de disolvente.

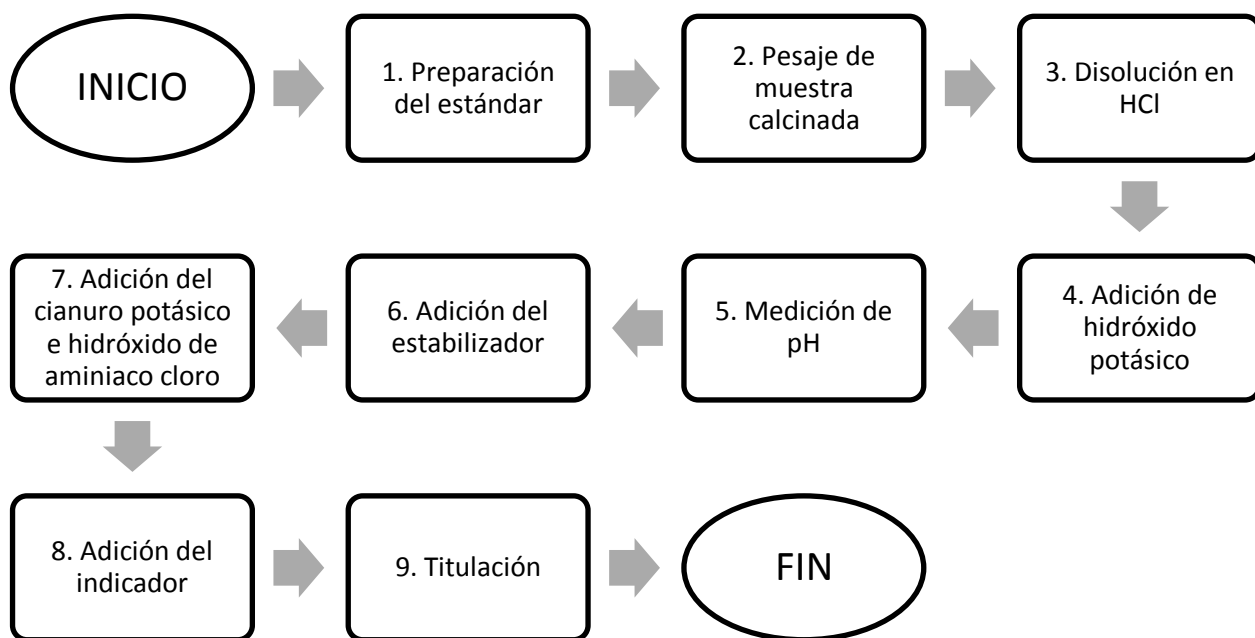
13. Enfriamiento del remanente: enfriar el Erlenmeyer con el remanente en la desecadora para pesarlo.

14. Corroborar tener una masa constante: volver a meter al horno por 30 minutos, enfriar y pesar. Repitiendo este procedimiento hasta obtener una masa constante ($<0.05\text{g}$).

15. Cálculo: proceder al cálculo

Diagrama No. 8 Determinación contenido de calcio

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

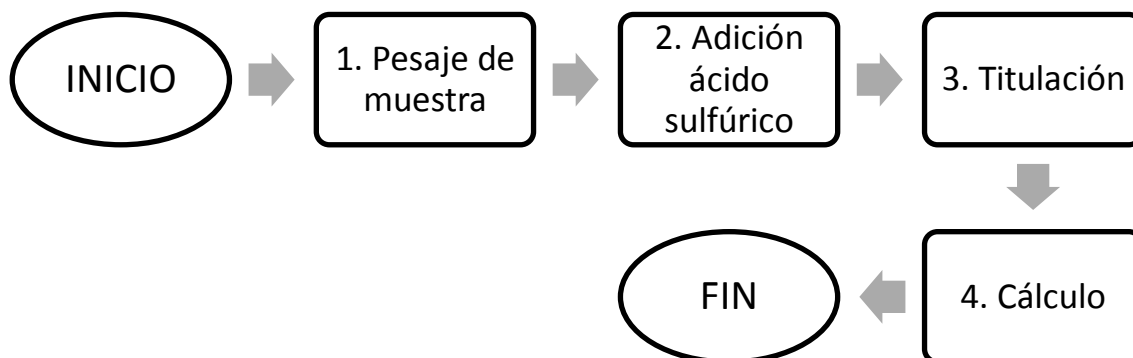


Descripción determinación contenido de calcio:

1. Preparación del estándar: ajustar concentración del estándar. Agregar KOH, el estabilizador, cianuro potásico e hidróxido de amonio cloro y el indicador. Por último, titular.
2. Pesaje de la muestra calcinada: pesar la cantidad de muestra calcinada en un crisol.
3. Disolución en HCl: disolver la ceniza con HCl, calentando y trasvasar a un beaker de 250 ml.
4. Adición hidróxido potásico: agregar hidróxido potásico, mezclar y dejar reposar por 5 minutos.
5. Medición de pH: tomar el pH, el cual debe de estar entre 13.5 y 14. Agregar más hidróxido potásico de ser necesario.
6. Adición del estabilizador: agregar la mezcla de cloruro de amonio y amoniaco y dejar reposar por 5 minutos.
7. Adición cianuro potásico e hidróxido de amoniaco cloro: agregar cianuro potásico e hidróxido de amoniaco cloro y mezclar.
8. Adición del indicador: agregar ácido 2 –hidroxi 1,3 naftoico como indicador.
9. Titulación: titular con EDTA 10 mmol/L hasta que el color de la solución se cambie de rosado a azul.

Diagrama No. 9 Determinación contenido de vitamina C

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

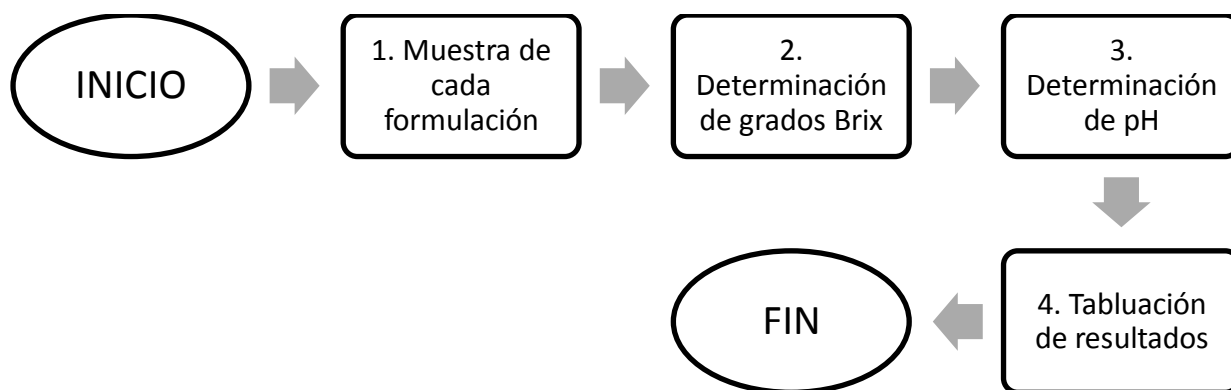


Descripción determinación contenido de vitamina C:

1. Pesaje de muestra: pesar la cantidad de muestra. Agregar la muestra en un balón aforado 100ml y aforar. trasvasar a un beaker de 250 ml.
2. Adición ácido sulfúrico: Agregar ácido sulfúrico en el beaker con la muestra.
3. Titulación: agregar la solución de yodo en la bureta y titular hasta que se torne a color azul.
4. Cálculo: proceder al cálculo.

Diagrama No. 10 Procedimiento evaluación de parámetros fisicoquímicos

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

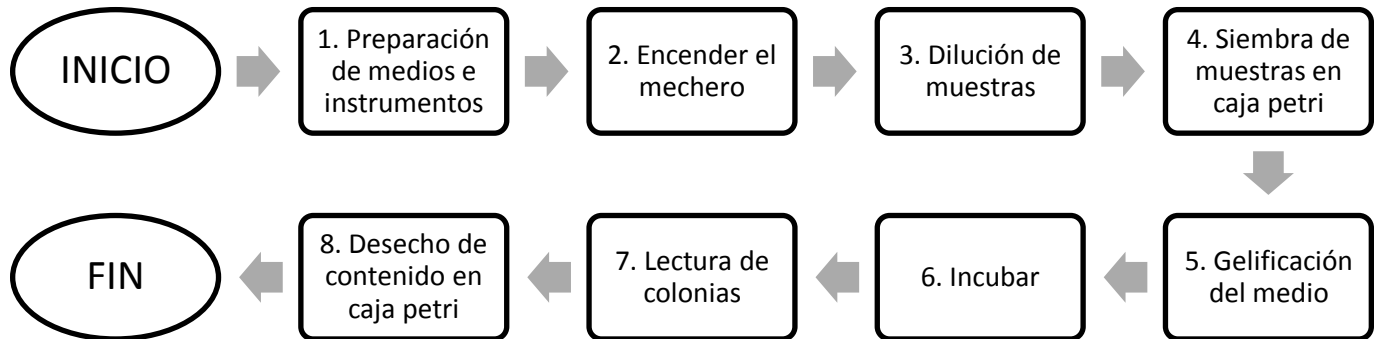


Descripción evaluación de parámetros fisicoquímicos:

1. Muestra de cada formulación: apartar 50 gramos del producto que se quiera analizar (bebida sabor fresa, líquido externo, solución de alginato).
2. Determinación de grados Brix: con el uso del refractómetro, realizar la medición de grados Brix; previamente calibrar el mismo, colocándolo en 0.00.
3. Determinación de pH: con el uso del potenciómetro, realizar la medición de pH; previamente calibrar el mismo, neutralizándolo y colocándolo entre 6.00 – 8.00.
4. Tabulación de resultados: ingresar los resultados para comparar los cambios al paso del tiempo.

Diagrama No. 11 Procedimiento análisis microbiológico

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda

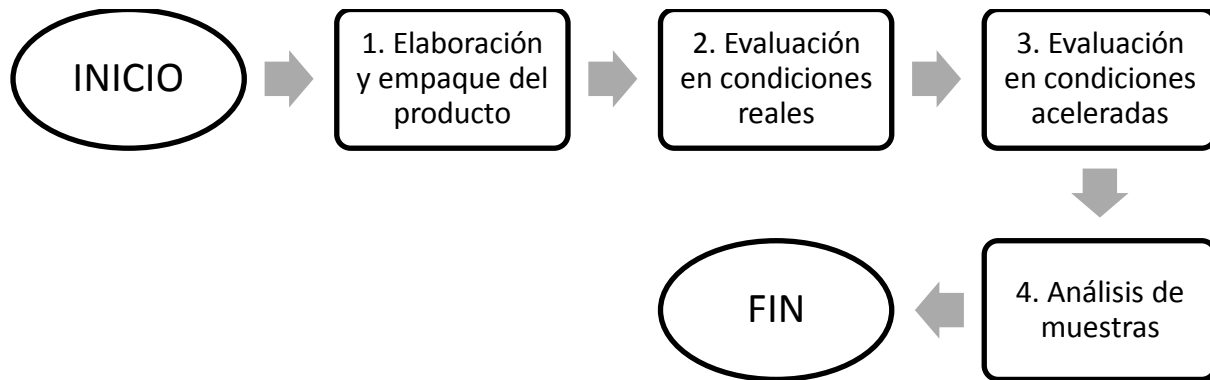


Descripción análisis microbiológico:

1. Preparación de medios e instrumentos: preparar en un ambiente estéril y en caliente los medios a utilizar (Cromocult y Recuento Total) y el agua peptonada. Desinfectar las cajas Petri y pipetas.
2. Encender el mechero: encender el mechero para así evitar contaminación del ambiente al momento de sembrar.
3. Dilución de muestras: utilizando agua peptonada diluir por un lado 1 ml de muestra y por otro 0.1 ml de muestra.
4. Siembra de muestras en caja Petri: agregar la muestra diluida en cada caja Petri, añadir 20 ml del medio, cerrar y homogenizar moviendo la caja en forma de ocho.
5. Gelificación del medio: esperar hasta que el medio gelifique y voltear la caja.
6. Incubar: incubar 48 horas, en una incubadora a 35°C.
7. Lectura de colonias: pasado el tiempo, analizar las cajas Petri, verificando si hubo crecimiento dentro de la misma. De haber contaminación, contabilizar las manchas o puntos.
8. Desecho de contenido de caja Petri: desechar todo el contenido en un lugar apropiado para frenar la función del medio.

Diagrama No. 12 Procedimiento evaluación de vida útil

Elaborado por: Anna Cecilia Aguirre de la Cerda



Descripción evaluación de vida útil:

1. Elaboración y empaque del producto: elaborar el producto y empacarlo con las proporciones adecuadas.
2. Evaluación en condiciones reales: almacenar los envases en la refrigeradora con temperatura de 0-6°C.
3. Evaluación en condiciones aceleradas: colocar los envases en una incubadora a 25°C.
4. Análisis de muestras: cada cierto tiempo (real: cada tres o cuatro días durante un mes y aceleradas: durante cuatro días consecutivos), analizar las muestras sujetas a ambas condiciones.

3.4. Diseño y Metodología Estadística

3.4.1. Diseño Experimental

Tabla No. 13 Experimentos, diseño experimental

EXPERIMENTOS	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	REPETICIONES
Experimento # 1	Bebida sabor fresa	Elaboración de dos distintas formulaciones de bebida sabor fresa variando porcentajes en determinados ingredientes. Como producto final se obtiene la bebida.	Porcentaje de azúcar, Porcentaje de agua.	Triplicado.
Experimento # 2	Esferificación inversa	Elaboración de distintas formulaciones de esferificación inversa variando la cantidad de aditivos a adicionar. Como producto final se obtienen esferas con la bebida sabor fresa en el interior.	Porcentaje de alginato de sodio, Porcentaje de lactato de calcio.	Triplicado.

Experimento # 3	Análisis sensorial	Al mercado objetivo en meta se le realiza una evaluación sensorial comparando las dos distintas formulaciones de bebida sabor fresa, gelificadas por medio de la mejor formulación de esferificación. Como producto final se obtienen esferas con distintos dulzores.	Dos formulaciones producto final.	Según tamaño de muestra evaluado. (100 jueces)
Experimento # 4	Análisis proximal y de micronutrientes	Determinación de macronutrientes y micronutrientes.	Muestras del producto terminado elegido (Fórmula A).	De 1 a 8, dependiendo del análisis.
Experimento # 5	Evaluación de vida útil	Se evalúa la vida útil del producto final elegido (Fórmula A) y empaçado que más nivel de agrado haya tenido. Como producto final se obtiene una el producto en empaque plástico PP, con liner y tapa.	Condiciones del análisis (vida acelerada y vida real).	9 evaluaciones en condiciones reales: cada 3-4 días durante un mes. 5 evaluaciones en condiciones aceleradas: cuatro días seguidos.

3.4.2. Descripción de las unidades experimentales

- Fórmulas de la bebida sabor fresa, a las cuales se les realizó análisis fisicoquímico.
- Aditivos de esferificación inversa, con los cuales se realizó la esferificación inversa agregando el lactato de calcio en la bebida sabor fresa y el alginato de sodio en el agua donde se formaron las esferas.
- Encuestas del análisis sensorial, con las cuales se obtuvieron los resultados de las pruebas afectivas realizadas para determinar la fórmula entre dos que más gustó.
- Muestras de producto analizadas, a partir de las cuales se determinó la cantidad de macronutrientes y micronutrientes de interés.
- Esferas como producto final para evaluación de vida útil, con las cuales se determinó su vida útil dentro del empaque plástico con liner y tapa; bajo distintas condiciones de análisis, así como también se le realizó análisis microbiológico.

3.4.3. Variables respuestas

Para cada uno de los experimentos se obtuvo resultados determinantes, los cuales se evaluaron por medio de mediciones con equipos de laboratorio u otros métodos de análisis. Cada valor corresponde a un análisis distinto y entre ellos tienen igual importancia ya que son necesarios para mantener la calidad total del producto final (esferas) y son útiles para estandarizar la formulación y el procedimiento.

Las variables de respuesta para cada uno de los cinco experimentos se detallan a continuación.

Tabla No. 14 Experimentos, variables respuestas

EXPERIMENTOS	NOMBRE	VARIABLE DE RESPUESTA
Experimento # 1	Bebida sabor fresa	Porcentaje de sólidos disueltos en la bebida sabor fresa (grados Brix).
Experimento # 2	Esferificación inversa	Tamaño, forma y estabilidad de las esferas.
Experimento # 3	Análisis sensorial	Nivel de preferencia de las esferas con bebida sabor fresa en el interior.
Experimento # 4	Análisis proximal y de micronutrientes	Cantidad de macronutrientes (g/100g) y micronutrientes (mg/100g) de interés.
Experimento # 5	Evaluación de vida útil	Tiempo de duración del producto final.

3.4.4. Metodología de análisis

Este análisis se basa en el diagrama del proceso de estudio de investigación, el cual engloba los distintos experimentos que se realizaron.

Cálculo de Incertidumbre estándar: este es llamado error sistemático y es el error que se obtiene por medio de la incertidumbre de los equipos y utensilios utilizados en el procedimiento.

$$u = \frac{ie}{2}$$

u = Incertidumbre del equipo

ie = margen de error del fabricante (mínimo valor de medición)

Experimento No. 1, Bebida sabor fresa

Tomando en cuenta que cien por ciento es el valor del producto final, se determinó el porcentaje de cada ingrediente para así obtener la formulación exacta del producto.

$$P = \frac{M}{\sum M} * 100$$

P = Porcentaje en la fórmula del ingrediente a calcular (%)

M = Contenido del ingrediente a calcular (g)

$\sum M$ = Sumatoria de los ingredientes (g)

Experimento No. 2, Esferificación inversa

Se toman los pesos de las esferas formadas y para obtener un valor promedio de dichos pesos se realiza el cálculo de la media aritmética.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

\bar{X} = Promedio

$\sum xi$ = sumatoria de los valores

n = cantidad de valores evaluados

Experimento No. 3, Análisis sensorial

Con base en la prueba sensorial afectiva discriminatoria-preferencia-pareada, se utiliza la tabla de significación para tests pareados ($p=1/2$) para determinar si obtiene como mínimo 61%, 64% o 67% de juicios correctos para establecer preferencias, dependiendo del nivel de probabilidad elegido.

Cálculo respecto a los resultados obtenidos en el análisis sensorial realizado a cien niños y niñas de 7 a 9 años; con los resultados se obtiene el porcentaje de niños que prefieren la muestra A y el porcentaje de niños que prefieren la muestra B.

$$P = \frac{M}{\sum M} * 100$$

P = Porcentaje (%)

M = Cantidad de personas que prefieren la muestra

$\sum M$ = Sumatoria de las personas encuestadas.

Para determinar el intervalo de confianza se calcula la desviación estándar, la cual es una medida de dispersión.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

σ = Desviación estándar

X_i = Cada uno de los valores individuales de la variable

\bar{X} = Promedio de la variable en los valores considerados

n = número de valores considerados

Experimento No. 4, Análisis proximal y de micronutrientes

Al obtener las esferas se procede a realizar el análisis proximal de dicho producto. Este es el cálculo de los macronutrientes presentes en un determinado alimento; de modo que se obtiene con exactitud la cantidad de dichas propiedades en un alimento. Para tener un cálculo completo se determinó la cantidad de los micronutrientes de interés (calcio, hierro y vitamina C) en el producto terminado.

Por medio del secado de la muestra en el horno y la obtención de la diferencia de peso seco y húmedo de la muestra se obtuvo la cantidad de humedad.

$$H = \left[\frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} \right] * 100$$

H = Contenido de humedad (%)

A = Peso del recipiente (g)

B = Peso del recipiente + muestra húmeda (g)

C = Peso del recipiente + muestra seca (g)

Corrección: Si los análisis se efectuaron en base seca (BS); corregir para expresar el dato en base húmeda (BH).

$$BH = A * \frac{100 - B}{100}$$

BH= Contenido de nutriente en base húmeda (%/BH)

A = Contenido de nutriente en base seca (%/BS)

B = Contenido de humedad del material (%)

La cantidad de lípidos se determinó por medio de una extracción líquido-líquido.

$$MG = (M1 - M2) - (B1 - B2)$$

$$G = \frac{MG}{S} X 100$$

MG = masa de la materia grasa extraída (g)

G = contenido en materia grasa de la muestra (% masa)

M1 = masa del Erlenmeyer que contiene la materia grasa después de desecar (g)

M2 = masa del Erlenmeyer sin materia grasa (g)

B1 = masa del Erlenmeyer del ensayo en blanco después de desecar (g)

B2 = masa del Erlenmeyer después de extraer la materia grasa (g)

S = masa de la cantidad de muestra utilizada (g)

La diferencia entre resultados en dos determinaciones no debe de ser mayor a 0.03 g materia grasa / 100 g de producto.

(PANREAC QUÍMICA, S.A.)

Para determinar la cantidad de minerales totales o materia inorgánica en el producto se calcina una muestra y se calcula el contenido de cenizas obtenidas.

$$Z = 100 * \frac{A - B}{C}$$

Z = Contenido de ceniza (%)

A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

Fuente: FAO y Pesca (2015)

El contenido exacto de los micronutrientes de interés se calculó cada uno por separado.

Para determinar el contenido de Calcio se realizó una titulación.

$$F = \frac{E * 1mg}{EDTA}$$

F = Factor

E = Concentración de estándar (mg/L)

EDTA = Volumen de EDTA gastado (ml)

$$CaM = ED * F$$

CaM = Peso de calcio (mg)

ED = Volumen EDTA gastados en titulación muestra (ml)

$$Cag = \frac{CaM}{P}$$

Cag = Peso de calcio (mg/g)

P = Peso muestra (g)

$$Camg = M * 100$$

Camg = Peso de calcio (mg/100g)

M = Peso calcio (mg)

$$Ca = \frac{F * ED * 100}{Mx}$$

Ca = Concentración de calcio (mgCa/100g)

Mx = Peso muestra (mg)

Los resultados se colocan en porcentaje de masa; gramos/100g.

Para determinar el contenido de Vitamina C se realizó una valoración redox.

$$VC = \left(\frac{Y * 8.806}{M} \right) 100$$

VC = Porcentaje de Vitamina C (%)

Y = Yodo gastado (ml)

M = Peso muestra (mg)

Corrección: VC * 100g = Vitamina C mg/100g

Vitamina C total mg/100g – ml (gastados en titulación de blanco)

Experimento No. 5, Evaluación de vida útil

En este experimento se calcula el resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del producto terminado y empacado, para cada una de las muestras evaluadas cada cierto tiempo.

Para obtener un valor promedio se realiza el cálculo de la media aritmética.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

\bar{X} = Promedio

$\sum xi$ = sumatoria de los valores

n = cantidad de valores evaluados

La vida útil se calcula en condiciones aceleradas y en condiciones reales. El análisis en condiciones aceleradas tiene el factor 1:4.

$$A = \frac{VU}{4}$$

A = tiempo en condiciones aceleradas (día)

VU = tiempo de vida útil real (día)

4. Presentación y Análisis de Resultados

4.1. Formulaciones

Bebida sabor fresa

Las dos distintas formulaciones de las bebidas nutricionales sabor fresa son las siguientes. La fórmula A es la de menos azúcar y la fórmula B es la de más azúcar.

Tabla No. 15 Fórmula A y Fórmula B

INGREDIENTE	FÓRMULA A		FÓRMULA B	
	BEBIDA (%)	LÍQUIDO EXTERNO (%)	BEBIDA (%)	LÍQUIDO EXTERNO (%)
Agua tratada	54.05	53.49	48.05	47.30
Fruta (fresa)	27.48	28.31	27.48	28.31
Fructosa	10.00	10.30	10.00	10.30
Azúcar	7.00	7.21	13.00	13.39
Colorante rojo 40 (2%)	0.75	-	0.75	-
Ácido cítrico	0.41	0.42	0.41	0.42
Ácido Ascórbico	0.08	0.08	0.08	0.08
Benzoato de sodio	0.08	0.08	0.08	0.08
Sorbato de potasio	0.06	0.06	0.06	0.06
Goma xantana	0.05	-	0.05	-
Citrato de sodio	0.03	0.03	0.03	0.03
Hierro aminoquelado	0.004	0.004	0.004	0.004
Total	100 %	100 %	100 %	100 %

Esferificación inversa

La proporción de aditivos en cada medio es importante para lograr una esferificación estable.

Tabla No. 16 Fórmula global esferificación inversa

INGREDIENTE	PORCENTAJE
Agua	69.86 %
Bebida	28.00 %
Lactato de calcio	1.42 %
Alginato de sodio	0.72 %
Total	100 %

Tabla No. 17 Esferificación inversa, bebida a esferificar

INGREDIENTE	PORCENTAJE
Bebida	95.17 %
Lactato de calcio	4.83 %
Total	100 %

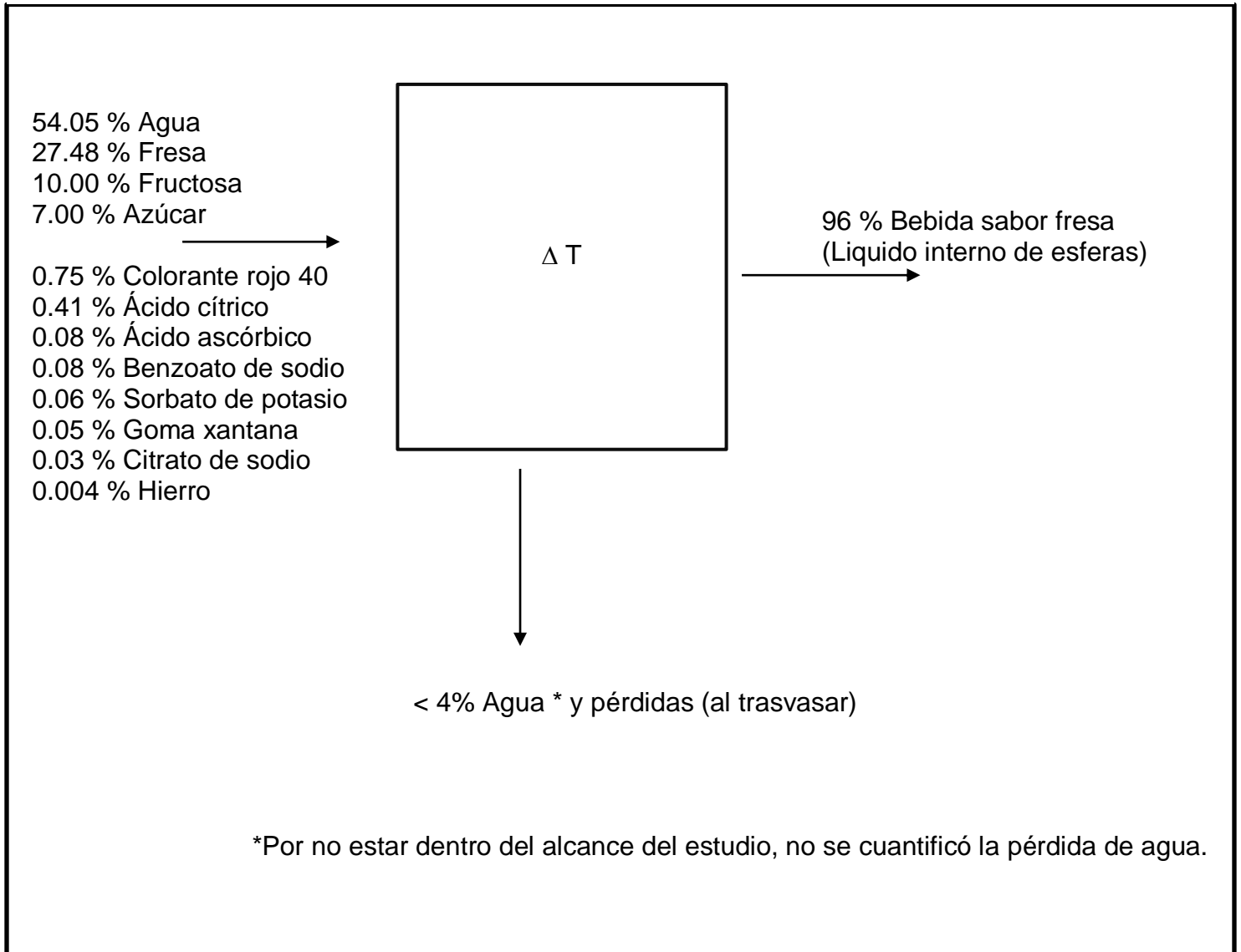
Tabla No. 18 Esferificación inversa, solución de alginato de sodio

INGREDIENTE	PORCENTAJE
Agua	98.84 %
Alginato de sodio	1.02 %
Benzoato de sodio	0.08 %
Sorbato de potasio	0.06 %
Total	100 %

4.2. Balance de Masa

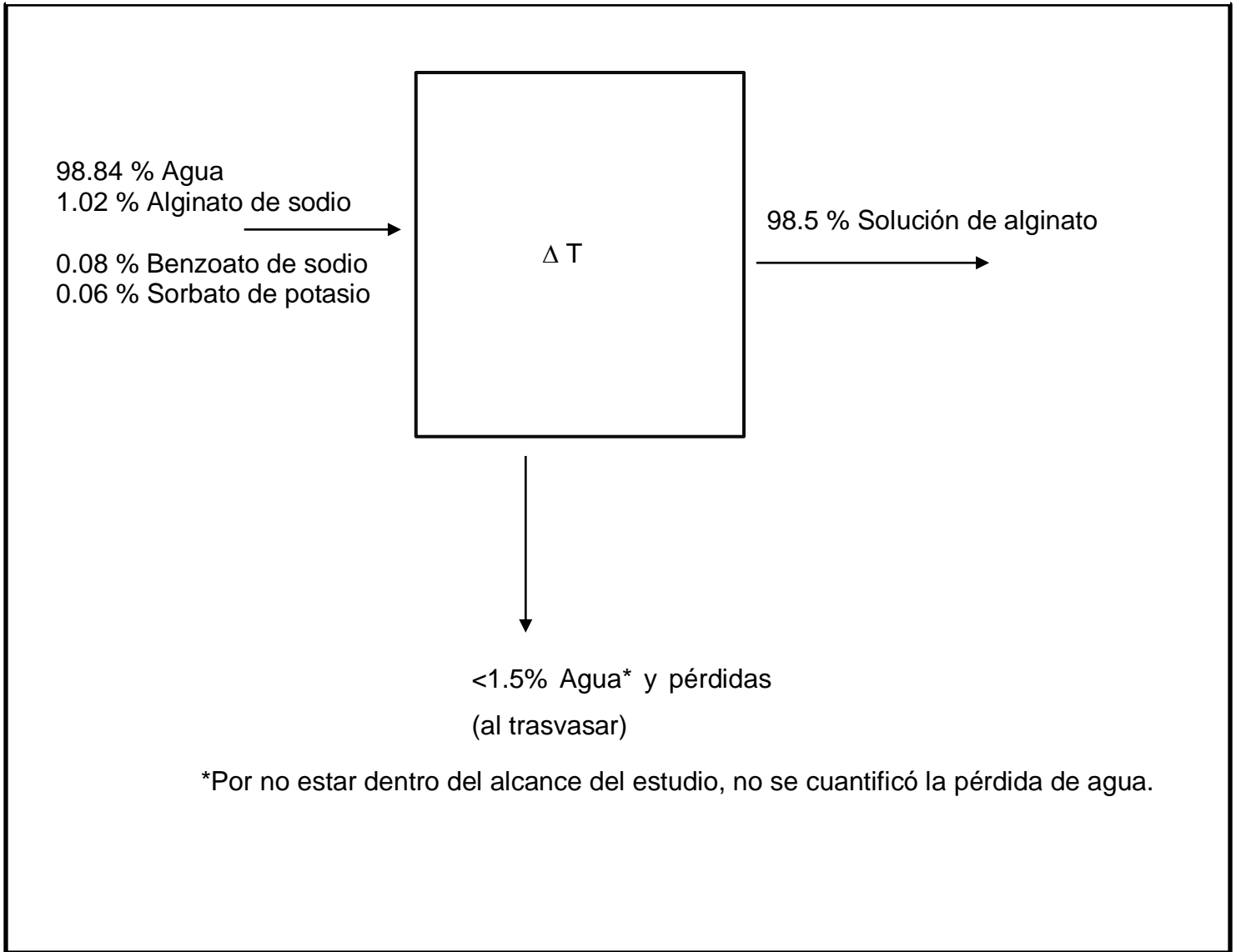
BASE: 100 Kg

Diagrama No. 13 Balance de masa de la bebida sabor fresa



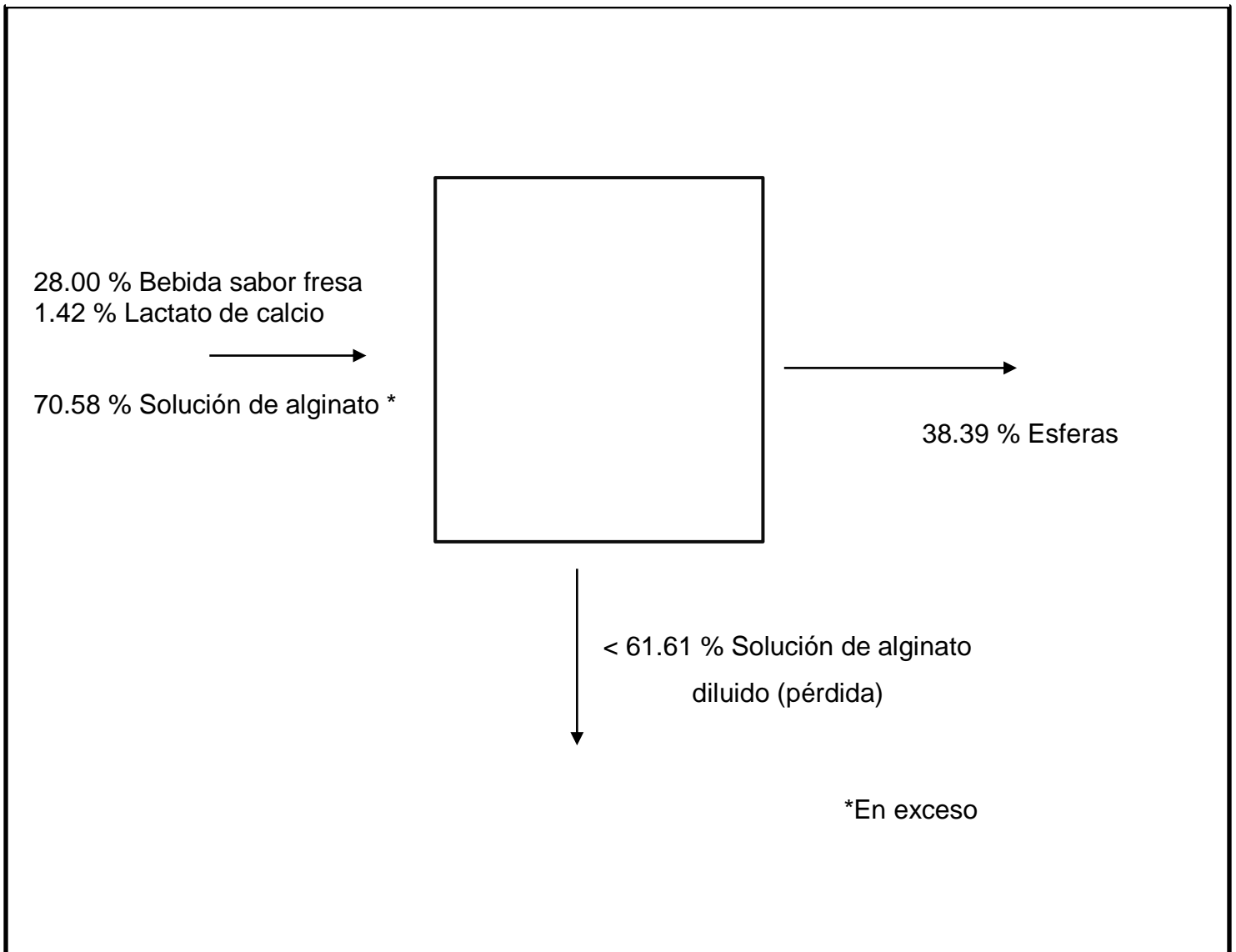
Fuente: Elaboración propia (2016)

Diagrama No. 14 Balance de masa de la solución de alginato



Fuente: Elaboración propia (2016)

Diagrama No. 15 Balance de masa de la esferificación inversa



Fuente: Elaboración propia (2016)

*Cálculo en Anexo M, 10.13.1 Formación de esferas

4.3. Análisis sensorial

Se les pasó evaluación a cien niños y niñas de 7 a 9 años.

Tabla No. 19 Resultado análisis sensorial

MUESTRA	CÓDIGOS	CANTIDAD
Fórmula A	428 y 315	48
Fórmula B	106 y 270	52
Total		100

Por la tabla de significación para tests pareados ($p=1/2$) se nota que en el resultado no hay diferencia significativa ya que los valores son muy cercanos por lo que no se determina la preferencia; ambos gustaron. Por lo que se toma la decisión de elegir la fórmula con menos cantidad de azúcar ya que es más saludable que la otra.

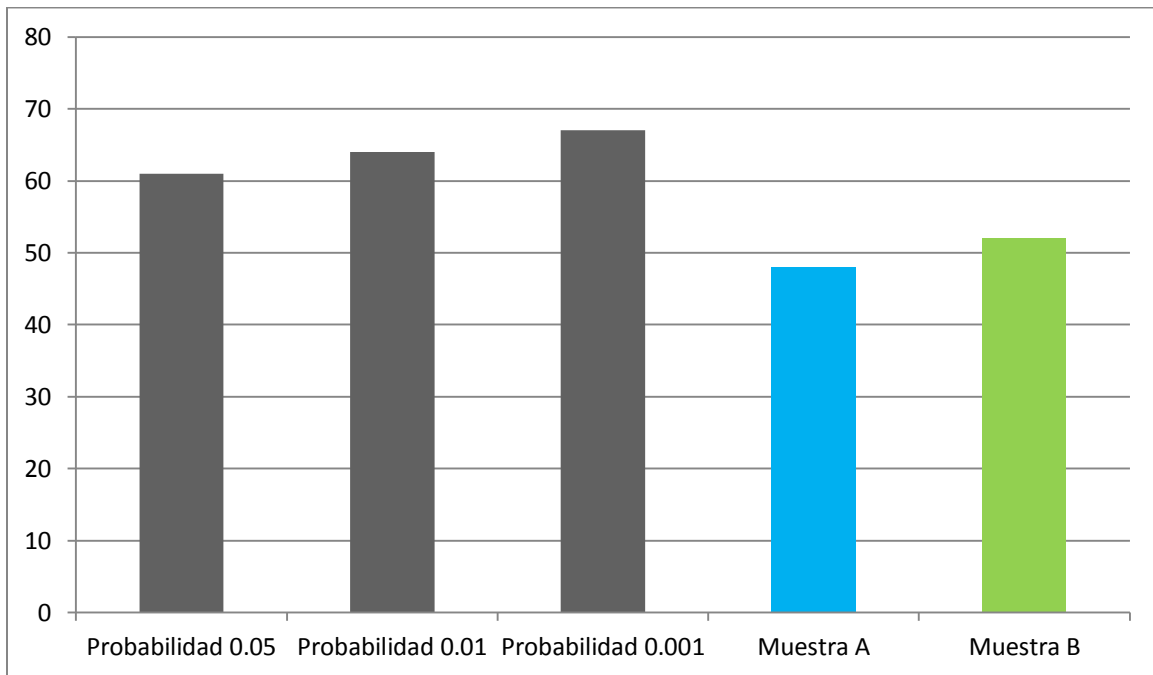
Tabla No. 20 Tabla de significación, 100 jueces

	Mínimo de juicios correctos para establecer preferencias (dos colas)		
Número de juicios (jueces x set)	Nivel de probabilidad		
	0.05	0.01	0.001
100	61	64	67

(Tabla de significación para tests pareados ($p=1/2$))

El resultado requerido para tener una significatividad estadística para un intervalo de confianza del 95% debía ser 61, para un intervalo de confianza del 99% debía ser 64 y para un intervalo de confianza del 99.9% debía ser 67.

Gráfica No. 1 Muestra de resultados de preferencia



4.4. Empaque y presentación

Empaque seleccionado

Tabla No. 21 Material de empaque

MATERIAL DE EMPAQUE	
Envase	Plástico de polipropileno (PP)
Tapa	Plástico de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE)
Liner termo-sellable	Laminado de aluminio y plástico

Presentación producto final

Como presentación final se establece que cada envase contiene 85 gramos (aproximadamente 3 onzas) de producto final, con las siguientes proporciones:

Tabla No. 22 Presentación final

PARTE	PORCENTAJE	CANTIDAD POR ENVASE
Esferas	80.00 %	68 gramos
Líquido externo	20.00 %	17 gramos
TOTAL	100 %	85 gramos

Aproximadamente es equivalente a 33 esferas por envase.

4.5. Análisis proximal y de micronutrientes

Ya que se seleccionó la formulación A, todos los análisis fueron realizados en base a esta fórmula. El aporte de macronutrientes y micronutrientes del producto es:

Tabla No. 23 Análisis proximal

MACRONUTRIENTES	RESULTADOS
Humedad	80.39 %
Cenizas	1.30 %
Lípidos	0.05 %
Proteína	0.37 %
Carbohidratos	17.89 %

Tabla No. 24 Valor diario de micronutrientes de interés

MICRONUTRIENTE	VALOR OBTENIDO (mg/100g)	VALOR POR PORCIÓN (mg/85g)	VALOR DIARIO REFERENCIA RDD del INCAP ** (mg/día)	PORCENTAJE DEL VALOR DIARIO POR PORCIÓN DE 85g (%)	VALOR DIARIO REFERENCIA RTCA *** (mg/día)	PORCENTAJE DEL VALOR DIARIO POR PORCIÓN DE 85g (%)
Calcio	410.03	348.53	700	49.79	800	43.57
Hierro	3.58	3.04	8.8	34.58	14	21.71
Vitamina C	69.91	59.42	35	169.78	60	99.03

Tabla No. 25 Calorías de energía y energía de grasa que aporta el producto

	VALOR OBTENIDO (Kcal/100g)	VALOR OBTENIDO (KJ/100g)	VALOR POR PORCIÓN (Kcal/85g)	VALOR POR PORCIÓN (KJ/85g)
Calorías Totales Energía	73.49	307.48	62.47	261.36
Energía de grasa	0.45	1.88	0.38	1.60

Tabla No. 24 y 25:

** “Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP” (Menchú, Torún, & Elías, Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP; segunda edición, 2012)

*** (FAO & OMS, Etiquetado de los Alimentos, 2007)

4.6. Parámetros y estudio de estabilidad

Estudio de estabilidad del producto (Fórmula A) para un plazo aproximado de 30 días de vida.

Tabla No. 26 Parámetros objetivo del experimento

ANÁLISIS	DETERMINACIONES	RESULTADO IDEAL
Análisis organoléptico	Aspecto	Esfera suave, superficie lisa
	Color*	Rojo brillante (22,6)
	Olor	Característico a fresa
	Sabor	Característico a fresa; dulce y ácido.
Análisis microbiológico	Coliformes / <i>E.Coli</i>	Ausencia
	Recuento aeróbico Total	< 10,000 UFC/ml
Análisis fisicoquímico	pH	4.38 – 4.42
	Grados Brix	15.5 – 18.5 °

Tabla No. 27 Calendarización del estudio de estabilidad

EVALUACIONES	FECHAS ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO	TIPO DE ANÁLISIS
INICIAL	09/11/15	Frío	-
A.1	10/11/15	Ambiente	Acelerada
A.2	11/11/15	Ambiente	Acelerada
A.3	12/11/15	Ambiente	Acelerada
F.1	12/11/15	Frío	Real
A.4	13/11/15	Ambiente	Acelerada

A.5	16/11/15	Ambiente	Acelerada
F.2	16/11/15	Frío	Real
F.3	19/11/15	Frío	Real
F.4	23/11/15	Frío	Real
F.5	26/11/15	Frío	Real
F.6	30/11/15	Frío	Real
F.7	03/12/15	Frío	Real
F.8	07/12/15	Frío	Real
F.9	10/12/15	Frío	Real
FINAL	11/01/16	Frío	-

Análisis organoléptico

Tabla No. 28 Análisis organoléptico límites

EVALUACIONES BASE (Almacenamiento en Frío)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIONES			
		ASPECTO	COLOR *	OLOR	SABOR
INICIAL	09/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa; dulce y ácido.
FINAL	11/01/16	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco, ligeramente más oscuro (8,3)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.

Tabla No. 29 Análisis organoléptico vida acelerada

EVALUACIONES DE VIDA ACELERADA (Almacenamiento al Ambiente)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIONES			
		ASPECTO	COLOR *	OLOR	SABOR
A.1	10/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa; dulce y ácido.
A.2	11/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco, (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
A.3	12/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco (16,4)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
A.4	13/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco, ligeramente más oscuro (8,3)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
A.5	16/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco, ligeramente más oscuro (8,2)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.

Tabla No. 30 Análisis organoléptico vida real

EVALUACIONES DE VIDA REAL (Almacenamiento en Frío)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIONES			
		ASPECTO	COLOR *	OLOR	SABOR
F.1	12/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa; dulce y ácido.
F.2	16/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa; dulce y ácido.
F.3	19/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa; dulce y ácido.

F.4	23/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
F.5	26/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo brillante (22,6)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
F.6	30/11/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco (16,4)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
F.7	03/12/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco (16,4)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
F.8	07/12/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco (16,4)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.
F.9	10/12/15	Esfera suave, superficie lisa	Rojo opaco (16,4)	Característico a fresa	Característico a fresa, menos intenso.

*En base a la escala de color de Munsell

Análisis microbiológico

El estudio de estabilidad se realizó a diario para las muestras sometidas a condiciones aceleradas y cada tres o cuatro días para las muestras sometidas a condiciones reales.

Para el análisis microbiológico se utilizaron los siguientes medios de cultivo:

- Recuento Total – En la experimentación se utiliza para la contabilización de colonias de microorganismos.
- Cromocult – En la experimentación se utiliza para la detección de presencia de *Escherichia Coli* y coliformes.

Tabla No. 31 Análisis microbiológico límites

EVALUACIONES BASE (Almacenamiento en Frío)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIONES			
		COLIFORMES / <i>E. COLI</i>		RECuento AERÓBICO TOTAL	
		0.1 ml	1 ml	0.1 ml	1 ml
INICIAL	09/11/15	Ausente	Ausente	< 10 UFC	< 10 UFC
FINAL	11/01/16	N/A	N/A	< 10 UFC	< 10 UFC
Especificaciones: COGUANOR NGO 34 215		11 NPM/100ml		< 10,000 UFC/ml	
Especificaciones: RTCA 67.04.48:08		< 3 NMP/ml		-	
Especificaciones: Norma RD 3484/2000 BOE 12/01/2001		Ausencia		< 100,000 UFC/g	

Tabla No. 32 Análisis microbiológico vida acelerada

EVALUACIONES DE VIDA ACELARADA (Almacenamiento al Ambiente)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIÓN CON RECuento AERÓBICO TOTAL	
		0.1 ml	1 ml
A.1	10/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
A.2	11/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
A.3	12/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
A.4	13/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
A.5	16/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
Especificaciones: COGUANOR NGO 34 215		< 10,000 UFC/ml	
Especificaciones: Norma RD 3484/2000 BOE 12/01/2001		< 100,000 UFC/g	

Tabla No. 33 Análisis microbiológico vida real

EVALUACIONES DE VIDA REAL (Almacenamiento en Frío)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIÓN CON RECUENTO AERÓBICO TOTAL	
		0.1 ml	1 ml
F.1	12/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.2	16/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.3	19/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.4	23/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.5	26/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.6	30/11/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.7	03/12/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.8	07/12/15	< 10 UFC	< 10 UFC
F.9	10/12/15	< 10 UFC	< 10 UFC
Especificaciones: COGUANOR NGO 34 215		< 10,000 UFC/ml	
Especificaciones: Norma RD 3484/2000 BOE 12/01/2001		< 100,000 UFC/g	

Análisis fisicoquímico

Tabla No. 34 Análisis fisicoquímico del producto de evaluación sensorial

EVALUACIONES (Almacenamiento en Frío)	FECHAS ANÁLISIS	DETERMINACIONES			
		BEBIDA SABOR FRESA		LÍQUIDO EXTERNO	
		PH	GRADOS BRIX	PH	GRADOS BRIX
Fórmula A (menos)	30/10/15	4.42	16.5°	4.44	16.9°
Fórmula B (más)	30/10/15	4.45	22.9°	4.43	21.7°

Tabla No. 35 Análisis fisicoquímico de cada líquido

EVALUACIONES (Almacenamiento en Frío)	FECHAS	DETERMINACIONES						
		BEBIDA SABOR FRESA			LÍQUIDO EXTERNO		SOL. ALGIN	
		CONSISTENCIA	PH	GRADOS BRIX	PH	GRADOS BRIX	PH	GRADOS BRIX
Original previo a esferificar	09/11/15	9.5 cm / 10 seg.	4.34	21.9 °	4.44	19.3 °	7.24	1.5 °
Original	06/01/16	9.5 cm / 10 seg.	4.30	21.9 °	4.39	18.9 °	8.02	1.4 °

Tabla No. 36 Análisis fisicoquímico límites

EVALUACIONES BASE (Almacenamiento en Frío)	FECHAS	DETERMINACIONES			
		BEBIDA SABOR FRESA		LÍQUIDO EXTERNO	
		PH	GRADOS BRIX	PH	GRADOS BRIX
INICIAL	09/11/15	4.40	16.7 °	4.39	16.2 °
FINAL	11/01/16	4.42	17.9 °	4.40	17.3 °

Tabla No. 37 Análisis fisicoquímico vida acelerada

EVALUACIONES DE VIDA ACELERADA (Almacenamiento al Ambiente)	FECHAS	DETERMINACIONES			
		BEBIDA SABOR FRESA		LÍQUIDO EXTERNO	
		PH	GRADOS BRIX	PH	GRADOS BRIX
A.1	10/11/15	4.40	16.6 °	4.40	16.0°
A.2	11/11/15	4.38	17.6 °	4.39	16.8 °
A.3	12/11/15	4.38	17.8 °	4.39	17.2 °
A.4	13/11/15	4.40	17.6°	4.39	16.9°
A.5	16/11/15	4.44	16.4°	4.42	16.2°

Tabla No. 38 Análisis fisicoquímico vida real

EVALUACIONES DE VIDA REAL (Almacenamiento en Frío)	FECHAS	DETERMINACIONES			
		BEBIDA SABOR FRESA		LÍQUIDO EXTERNO	
		PH	GRADOS BRIX	PH	GRADOS BRIX
F.1	12/11/15	4.40	16.8 °	4.39	16.2 °
F.2	16/11/15	4.39	16.8 °	4.41	16.1 °
F.3	19/11/15	4.41	16.8 °	4.41	15.9 °
F.4	23/11/15	4.41	17.1°	4.39	16.4°
F.5	26/11/15	4.40	18.5 °	4.40	17.6°
F.6	30/11/15	4.39	17.7 °	4.41	17.0 °
F.7	03/12/15	4.38	18.5 °	4.38	18.0 °
F.8	07/12/15	4.41	17.7 °	4.40	16.9 °
F.9	10/12/15	4.41	18.2 °	4.40	17.2 °

5. Discusión

El estudio tenía como objetivo esferificar de manera inversa una bebida nutricional sabor fresa, destinada a la niñez intermedia y determinar su tiempo de vida útil en condiciones adecuadas. Para ello se llevaron a cabo una serie de etapas, las cuales se describen y discuten los resultados obtenidos a continuación.

ELABORACIÓN PRODUCTO

La elaboración del producto consistió en la preparación de tres líquidos: bebida sabor fresa, líquido externo y solución de alginato, cada uno con sus distintas formulaciones y procedimientos. Seguidamente, se realizó la esferificación inversa y el empaque del producto final.

Se realizó una formulación base para la bebida a esferificar, la cual luego de la primera prueba, se modificó como se detalla a continuación para obtener el producto deseado. Para potencializar el sabor a fresa y aumentar la viscosidad de la bebida, se redujo la cantidad de agua. Con la finalidad de obtener un producto con bajo contenido de azúcar, inicialmente se preparó la bebida sabor fresa y el líquido externo sin agregar azúcar, pero el sabor no fue agradable, por lo que fue necesario adicionar 7 % de azúcar y 10 % de fructosa para la fórmula baja en azúcar y 13 % de azúcar y 10 % de fructosa para la fórmula alterna. El ácido cítrico fue adicionado en la formulación con el propósito de prevenir el crecimiento de microorganismos, ya que al disminuir el pH de la bebida ya no es un ambiente óptimo para su crecimiento. Al agregar ácido cítrico fue necesario adicionar citrato de sodio como regulador de la acidez y para mantener la estabilidad. Por otra parte, se agregó ácido ascórbico para reforzar el aporte de vitamina C al producto y evitar el pardeamiento oxidativo. Al adicionar 0.008 % de hierro aminoquelado, se percibe un sabor metálico en el regusto, por lo que fue necesario reducir la cantidad a la mitad del requerimiento diario para niños de 7 a 9 años por porción; siendo 0.004 % la cantidad ajustada. Los resultados de las formulaciones para la bebida se pueden apreciar en la Tabla No. 15 (pág. 85).

Al momento de proceder a esferificar con la formulación base investigada teóricamente según Tabla No. 4 (pág. 24), no se logró la esferificación, esto fue debido a que las proporciones de alginato de sodio y lactato de calcio fueron muy bajas, por lo que no se lograba la gelificación. Se modificó la fórmula adicionando el doble de cada uno de los aditivos mencionados, se logra esferificar pero el producto forma geles débiles que permitían la fuga de la bebida. Luego de realizar pruebas de la estabilidad de las esferas, se ajusta la fórmula duplicando una vez más la cantidad de alginato de sodio, obteniendo así un producto esferificado consistente.

El producto esferificado debía tener forma de esfera, por lo que se realizan pruebas de la formación de las mismas con goteros, jeringas y juego de cucharas medidoras, de distintas capacidades. Se tuvo dificultad al realizar las esferas ya que no se logaba realizar esferas uniformes en cuanto a tamaño y forma. Se logró la forma deseada con el uso de una jeringa de 60 ml y la cuchara medidora de $\frac{1}{4}$. Para ello se agregó con la jeringa 1.5 ml de la bebida sabor fresa en la cuchara medidora conteniendo la solución de alginato de sodio, seguidamente se sumergió la cucharita medidora en la solución de alginato de sodio y se dejó caer la esfera formada. Al paso de 3-3.5 minutos (menos tiempo, la membrana es débil y más tiempo, la membrana es gruesa), se sacó la esfera, se le dio un enjuague con agua con la finalidad de eliminar el exceso de alginato y frenar la esferificación.

Obtenidas las esferas, se observó que continuamente perdían líquido, provocando su deformación. Esto es debido a que las esferas no se habían estabilizado, por lo que salía líquido a través de la membrana semipermeable para naturalmente lograr equilibrio osmótico. Con la combinación de dos soluciones, se logró mantener la bebida dentro de las esferas. Primero se agregó goma xantana en la bebida sabor fresa, esto para generar espesor con hidrocoloides, y así prevenir la salida del líquido a través de la membrana. En los primeros minutos la esfera pierde en aproximado 0.5 gramos de líquido, luego cesa al lograr estabilidad. Por otro lado, el colocar las esferas dentro de un líquido que tuviera la misma concentración que la bebida, logró mantener un balance osmótico entre los mismos. Es con esto que se afirma el proceso de la ósmosis, ya que se logra el equilibrio osmótico entre los dos líquidos separados por

una membrana semipermeable. La formulación final de la esferificación se puede apreciar de forma desglosada para cada solución en las Tablas No. 17 y 18 (pág. 86).

Para mantener controlada la calidad del producto final se realizó el análisis fisicoquímico de las esferas tomando mediciones de grados Brix y pH.

Para determinar el porcentaje de rendimiento de la elaboración de la bebida sabor fresa, la elaboración de la solución de alginato y la esferificación inversa se realizaron tres distintos balances de masa. Para la elaboración de la bebida sabor fresa y la solución de alginato se obtiene 96.0% y 98.5% de producto, respectivamente, lo cual demuestra que el porcentaje de rendimiento es alto ya que las únicas pérdidas durante el procedimiento son la evaporación del agua durante el tratamiento térmico y las pérdidas al trasvasar por producto remanente en equipo o utensilios. Para la esferificación inversa se obtiene 38.39% de esferas a partir de la formulación global de esferificación (Tabla No. 16, pág. 86). Este valor demuestra que el porcentaje de rendimiento es bajo ya que las pérdidas son debido al descarte de solución de alginato diluido, por perder poder gelificante y por preparar solución en exceso.

El tamaño de presentación establecido (Tabla No. 22, pág. 92) fue de 85 gramos, donde 80 % son esferas, lo cual equivale aproximadamente a 33 esferas, y 20 % es líquido externo. Esta proporción se seleccionó por ser considerada la más adecuada, ya que las esferas se encontraban completamente sumergidas en el líquido, sin necesidad de exceso de líquido externo; esto genera sustento hidrostático, el cual ayuda a mantener la forma de las esferas. Así como también en el RTCA de etiquetado nutricional en la sección de cantidades de referencia para el cálculo de las porciones de productos específicos se describe que si el producto es un postre de categoría dos, helado de agua - jugos de fruta, la porción debe ser 85 gramos.

Finalmente, se empacó el producto en un envase plástico de polipropileno (PP) con tapa plástica de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) y para mantener hermético el producto se le colocó un liner laminado de aluminio y plástico (Tabla No. 21, pág. 91). Se utilizó polipropileno ya que es uno de los tipos de plásticos más seguros para colocar productos de consumo, es un material fácil de reciclar y posee alta resistencia

química y mecánica, a comparación de otras opciones como PET o PE, las fichas técnicas del empaque utilizado se pueden observar en el Anexo F, págs. 140-143). Cabe mencionar que con la finalidad que el consumidor apreciara las esferas, se seleccionó un empaque transparente. Para ello es importante que el producto se almacene en un lugar fresco, bajo temperatura de refrigeración y sin exponer al sol.

ANÁLISIS SENSORIAL

Para el análisis sensorial se realizaron dos distintas formulaciones para ser evaluadas y así determinar la preferencia del mercado objetivo; niños y niñas de 7 a 9 años. La única diferencia entre las dos formulaciones elaboradas para evaluación fue la cantidad de azúcar adicionada.

La evaluación sensorial fue de tipo afectiva discriminatoria-preferencia-pareada ya que la evaluación se realizó con consumidores potenciales, a los cuales únicamente se les solicita seleccionar entre dos muestras, la que más les agrada. La evaluación se realizó en un colegio de la capital, con los alumnos de primero a tercer grado de primaria. La muestra fue de cien alumnos dentro del rango de edad de 7 a 9 años. Durante la evaluación se observó el interés de los niños hacia el producto, ya que indicaban que era innovador, llamativo y tenía agradable sabor.

Luego se realizó la tabulación de los resultados (Tabla No. 19, pág. 90), los cuales mostraron que en base a la tabla de estimación de significancia (Tabla No. 20, pág. 90), Significación para Tests Pareados ($p=1/2$), no hubo diferencia significativa ya que 52 prefirieron el producto de más azúcar y 48 prefirieron el producto de menos azúcar. El modelo señala que el mínimo de juicios para establecer preferencias (dos colas) con un número total de 100 juicios, debía ser de 61 con 0.05 de nivel de probabilidad, 64 con 0.1 de nivel de probabilidad y 67 con 0.001 de nivel de probabilidad; en intervalos de 95, 99 y 99.9 % de confianza, respectivamente. Es por ello que se seleccionó trabajar con la formulación de menos azúcar, ya que se considera la más saludable,

cumpliendo mejor con el objetivo del estudio. Los resultados se pueden apreciar en la Gráfica No. 1, pág. 91.

ANÁLISIS PROXIMAL Y DE MICRONUTRIENTES

Para determinar el aporte nutricional del producto final, el cual es un alimento funcional, se procedió a realizar un análisis proximal en donde se calculó el contenido de macronutrientes (Tabla No. 23, pág. 92): humedad, cenizas, lípidos crudos, proteína cruda, así como carbohidratos y la cantidad de energía total que aporta. Asimismo, se determinó la cantidad de micronutrientes de interés (Tabla No. 24, pág. 93): calcio, hierro y vitamina C. El contenido de humedad es 80.39 % y se determinó por deshidratación en horno. El contenido de cenizas es 1.30 % y se determinó por deshidratación en horno e incineración en mufla. El contenido de lípidos crudos es 0.05 % y se determinó por extracción líquido-líquido. El contenido de calcio es 410.03 mg/100g y se determinó por medio de titulación. El contenido de vitamina C es 69.91 mg/100g y se determinó por medio de titulación. En el laboratorio se realizó el análisis de contenido de proteína cruda es 0.37 %, el cual se determinó por el método Kjeldahl y el análisis de contenido de hierro es 3.58 mg/100 g, el cual se determinó por espectrofotometría. En base a los resultados fue posible calcular el contenido de carbohidratos, el contenido de calorías totales y el contenido de energía de grasa, los cuales fueron 17.89 %, 73.49 Kcal/100g y 0.45 Kcal/100g respectivamente. De esta forma se pudo caracterizar los macro y micro nutrientes del producto final; no se puede hacer una comparación con algún producto del mercado que sea similar, ya que no se encuentran datos actualmente. Sin embargo al consultar la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP, se observa que al tomar de referencia la Fresa, en forma natural, la humedad se encuentra en un valor 10% menos, al obtenido por el producto, ya que reporta 90.95%, esto debido a la evaporación durante el tratamiento térmico, en cuanto a proteína el producto contiene 0.3% menos que la fruta natural, en grasa o lípidos disminuyó ya que la fresa reporta 0.3% y el producto contiene 0.05%, por otra parte aumentaron los carbohidratos 10%, ya que la fruta natural reporta 7.68% y el producto

contiene 17.89%, esto debido al contenido de azúcares y gomas utilizadas en la formulación. Por otra parte en lo que respecta a la ceniza se da un aumento, ya que la fruta natural contiene 0.46% y el producto terminado contiene 1.30%, esto debido a la fortificación de minerales, los cuales también se ve un aumento, ya que en lo que respecta al Hierro, la fresa natural contiene 0.42 mg/100 g y el producto terminado 3.58 mg/100g, lo cual equivale por porción al 34.58% (INCAP) y 21.71% (FAO/OMS) del valor diario recomendado. El calcio por su parte en la fruta natural contiene 16 mg/100 g y en el producto terminado 410.03 mg/100g, lo cual equivale por porción al 49.79% (INCAP) y al 43.57% (FAO/OMS) del valor diario recomendado. Por último se compara la Vitamina C, en la fruta natural es de 50 mg/100g y en el producto es de 69.91 mg/100g, esta aumentó debido a la adición del ácido ascórbico en la formulación, este valor equivale por porción al 169.78% (INCAP) y al 99.03% (FAO/OMS) del valor diario recomendado. Las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP se encuentran en el Anexo A (págs. 128-132) y los VRN establecidos por FAO/OMS en el Anexo B (pág. 133).

Con los datos obtenidos, se realizó un esquema de la tabla nutricional del producto que se puede apreciar en el Anexo H, pág. 146, sin embargo para completar la tabla se requiere de algunos otros análisis de nutrientes que no fueron objetivo en este estudio. Así mismo, por los valores obtenidos de los micronutrientes y por estos estar sobre el 15% de VRN por 100 g, se puede declarar en la etiqueta que el producto está fortificado con calcio, hierro y vitamina C (Anexo B). Ya que según el RTCA 67.01.60:10, se acepta una tolerancia de $\pm 20\%$ de lo declarado en relación a los macro nutrientes y sodio y un 80% del valor declarado se debe de cumplir en relación a los micronutrientes, en base a los resultados obtenidos con el producto al inicio de su tiempo de vida, si cumple con la normativa.

DETERMINACIÓN VIDA ÚTIL

Inicialmente se hacen pruebas de almacenamiento a temperatura ambiente. Durante dichas pruebas se observó que en tres días, las esferas se inflaron, se percibió olor a

fermento, variación de color y sabor en el producto; al cual se le atribuye la descomposición de la fresa.

Para evitar contaminación microbiológica, se intentó esferificar con la bebida arriba de 65°C, obteniendo como resultado la formación lenta de esferas débiles. Para mantener el producto durante más tiempo se agregó a la solución de alginato de sodio dos sustancias catalogadas como conservantes según el RTCA 67.05.54:10, Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios (2010), los cuales son: benzoato de sodio y sorbato de potasio, es importante indicar que estos aditivos son autorizados para productos derivados de frutas. Tanto la bebida sabor fresa, el líquido externo y la solución de alginato de sodio fueron sometidos a tratamiento de pasteurización, seguidamente de shock térmico, para eliminar los microorganismos deteriorantes o alterantes que estuvieran presentes. La bebida sabor fresa, el líquido externo y la solución de alginato de sodio se llevaron a una temperatura de 85°C. Al bajar la temperatura, se realizó la esferificación inversa, se empacó y se almacenó a temperatura de refrigeración (0 - 6 °C).

El análisis de vida útil se realizó en condiciones reales (0 – 6 °C) y en condiciones aceleradas (25 °C) donde una semana real es equivalente a un mes de vida, según los estudios de acelerados de productos de refrigeración del RTCA 11.01.04:09 primera actualización, Productos Farmacéuticos, estudios de estabilidad de medicamentos para uso humano (2009). Los tiempos de evaluación fueron de cada tres o cuatro días para los análisis en condiciones reales y a diario para los análisis en condiciones aceleradas. Se realizaron análisis organoléptico (Tablas No. 28, 29 y 30, Págs. 95-97), microbiológico (Tablas No. 31, 32 y 33, Págs. 98-99) y fisicoquímico (Tablas No. 34, 35, 36, 37 y 38, Págs. 100-102) para evaluar las variaciones a causa del deterioro del producto.

El olor y sabor permanecieron constantes a lo largo de las 4 semanas de evaluación en condiciones reales de refrigeración; mientras que el color se vio afectado a partir de la tercera semana. El olor y sabor permanecieron constantes a lo largo de los 4 días de evaluación en condiciones aceleradas; sin embargo el color de las muestras colocadas

en la cámara de condiciones aceleradas cambió drásticamente a partir de la tercera evaluación, tornándose las esferas a un color más opaco, causado por la oxidación del hierro. El cambio en el estudio a condiciones aceleradas se debe principalmente a la cinética de reacción del producto a una temperatura de 25°C, en un medio semi-permeable de alta humedad. Por lo que es recomendable mantener el producto a temperatura de refrigeración.

En cuanto a los resultados fisicoquímicos del producto (Anexo K, pág. 150), se puede apreciar que el pH varió insignificadamente y los grados Brix se mantienen dentro del rango aceptable establecido según las especificaciones del estudio. Estas variaciones se deben a los cambios bioquímicos que presenta el producto.

Se realizó un análisis microbiológico inicial con Cromocult para validar que la desinfección de las fresas fue la adecuada, ya que en este análisis se determina la presencia de Coliformes Totales y *E. Coli*, microorganismos que permiten evidenciar la manipulación higiénica de los productos. El análisis microbiológico del estudio de estabilidad se realizó con Agar Recuento Aerobio Total, ya que con este medio se logran contabilizar las colonias totales de microorganismos aeróbicos.

Para facilitar la visualización de los resultados, cada análisis se realizó con dilución de 1 ml y 0.1 ml. En cuanto a los resultados microbiológicos del producto, se observó que hubo ausencia de coliformes, por lo que se puede evidenciar la efectividad de la desinfección y tratamiento térmico del producto. En el análisis de recuento aerobio total (RAT) el resultado < 10 UFC/ml a lo largo del estudio, indica que no hubo proliferación de bacterias durante el estudio, por lo que se mantiene su inocuidad durante este periodo. Asimismo, se asume que no hay recuento de mohos y levaduras por el resultado del análisis RAT. Según COGUANOR NGO 34 215, Refrescos no carbonatados listos para beber. Especificaciones (1), el recuento máximo permitido en el análisis RAT para refrescos no carbonatados listos para beber es de 10,000 UFC/ml y el análisis para bacterias coliformes es de 11 NPM/100ml. Según RTCA 67.04.48:08, Alimentos y Bebidas Procesados. Néctares de Frutas. Especificaciones, el criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud en el

análisis de coliformes totales para néctares de frutas es de 3 NMP/ml. Según la Norma RD 3484/2000 BOE 12/01/2001 en la sección de normas microbiológicas de comidas preparadas, para comidas preparadas con tratamiento térmico, el límite máximo permitido (LMP) en el análisis con RAT para este tipo de alimentos es de 100,000 UFC/g y en el análisis con Cromocult debe existir ausencia. Por lo que se pudo comprobar que microbiológicamente el producto durante todo el estudio de estabilidad cumplió con las normativas con las cuales se pudo realizar comparación, debido a que no hay una normativa aplicable para este tipo de producto terminado (Anexo J, pág. 148-149).

Por lo que se mantuvo la forma de las esferas, el producto presentó leve oscurecimiento a partir de la tercera semana en refrigeración, el pH se mantuvo constante y los grados Brix se mantuvieron dentro del rango aceptable; así como no hubo crecimiento de microorganismos durante el periodo de estudio.

Al evaluar las diferentes fases de este trabajo de investigación, se puede decir que si es posible utilizar el método de esferificación inversa para elaborar un producto con vida útil mínima de un mes y que aporte micronutrientes a niños de 7 a 9 años; se logró validar, tanto en condiciones reales como en condiciones aceleradas. Durante el mes de vida estudiado, las esferas se mantienen sin presentar alteraciones que afecten la calidad sensorial, fisicoquímica o inocuidad y se comprobó que el producto terminado proporciona, al momento de su producción, un importante aporte de calcio, hierro y vitamina C para niños comprendidos en estas edades.



6. Conclusiones

- El tiempo de vida útil del producto esferificado almacenado a condiciones de refrigeración si es ≥ 30 días. El producto esferificado si aporta en el momento de su producción los nutrientes calcio, hierro y Vitamina C, para los niños de 7 a 9 años en un Valor Diario ≥ 20 %.
- La fórmula de la bebida nutricional sabor fresa seleccionada contiene 27.48% de fresa, 7.00% de azúcar, 0.08% de ácido ascórbico y 0.004% de hierro aminoquelado.
- Para lograr una esferificación estable de la bebida sabor fresa del estudio, la proporción adecuada de aditivos es 1.42% de lactato de calcio en 28.00% de bebida y 0.72% alginato de sodio en 69.86% de agua.
- Por medio de los balances de masa, se determina que para la bebida sabor fresa, la solución de alginato y la esferificación inversa el porcentaje de rendimiento es: 96.00%, 98.50% y 38.39%, respectivamente.
- Luego de realizar el análisis sensorial con la prueba de tipo afectiva discriminatoria-preferencia-pareada con niños y niñas de 7 a 9 años, se establece que la preferencia no es significativa, según la tabla de significación para tests pareados ($p=1/2$), ya que ninguna de las formulaciones consiguió como mínimo los 61 juicios requeridos por el modelo para ser significativamente preferida. Por lo que se eligió la fórmula con menos cantidad de azúcar ya que es más saludable.

- El material de empaque seleccionado para colocar el producto final es un envase de plástico de polipropileno (PP) por tener buena resistencia química (debido al bajo pH del producto) y buena resistencia mecánica (para evitar la pérdida de líquido y por tanto la deformación de las esferas). Así mismo se le coloca una tapa de plástico de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) y un liner laminado de aluminio y plástico termo-sellable. La presentación es de 85 gramos de producto; 80% esferas y 20% líquido externo.
- El aporte de calcio, hierro y vitamina C en el producto esferificado es de: 410.03 mg/100g de calcio, 3.58 mg/100 g de hierro y 69.91 mg/100g de Vitamina C en una porción de 85 gramos; equivalente a 49.79%, 34.58% y 169.78% del valor diario recomendado para niños y niñas de 7 a 9 años según el INCAP y 43.57%, 21.71% y 99.03% en base al valor de referencia de nutriente de la FAO/OMS. El producto contiene las siguientes cantidades de macronutrientes: 80.39 % de humedad, 1.30 % de cenizas, 0.05 % de lípidos, 0.37 % de proteína y 17.89 % de carbohidratos. Asimismo, aporta 73.49 Kcal/100g (307.48 KJ/100g) de calorías totales energía y 0.45 Kcal/100g (1.88 KJ/100g) de energía de grasa.
- Tanto en condiciones aceleradas como en condiciones reales, se determinó que el producto esferificado terminado tiene una vida útil mayor a un mes (30 días) almacenándose a condiciones de refrigeración; en el estudio se garantiza el mes de vida.
- Por lo tanto, si es posible utilizar el método de esferificación inversa para elaborar un producto con vida útil mínima de un mes y que aporte micronutrientes a niños de 7 a 9 años.

7. Recomendaciones

- Se recomienda mantener condiciones de limpieza y sanitización del área de producción en todo momento. Así como también, identificar adecuadamente los utensilios de trabajo y utilizar agua suavizada, esto para evitar contaminaciones en los líquidos y esferificaciones no deseadas.
- Con el fin de facilitar la producción de esferas estandarizadas, mejorar tiempos y procedimientos de producción y mantener la calidad del producto final, se recomienda utilizar equipo de boquilla vibratoria, disco de atomización o accionado por potencial electrostático.
- Para evaluar la adecuada formación de esferas, dejar caer las primeras 10 esferas desde una distancia de 15 - 25 cm sobre la superficie de trabajo, estas no deben de romperse.
- Se recomienda evaluar otros aditivos diferentes al alginato de sodio y lactato de calcio, para esferificaciones y evaluar la estabilidad y vida útil de las mismas.
- Con el fin de determinar la factibilidad o viabilidad del producto en el mercado guatemalteco, se recomienda realizar un análisis financiero, económico y social.
- De comercializar o industrializar el producto, seguir con los análisis necesarios para completar el etiquetado nutricional según el RTCA y analizar los nutrientes durante todo su tiempo de vida para así asegurar que cumpla hasta en un 80% con los valores declarados en la etiqueta.

8. Referencias

- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado . (2001). *Normas microbiológicas de comidas preparadas*. España: BOE núm. 11.
- Anzueto, C. R. (2012). *Modelos Matemáticos para Estimación de Vida Útil de Alimentos*. San Salvador: Osmosis Consultores - Guatemala.
- Asturnatura. (2015). *asturnaturaDB*. Recuperado el 25 de septiembre de 2015, de Las sales minerales - Fenómenos osmóticos: <http://www.asturnatura.com/bioelementos-biomoleculas-inorganicas/sales-minerales.html>
- Brockmann, L. (2012). *Gastronomía Creativa de Linda*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de Gastronomía molecular: <http://www.lindabrockmann.com/GastronomiaMolecularPrincipal.html>
- Brown, J. E. (2014). *Nutrición en las diferentes etapas de la vida. Quinta Edición*. México, D.F. : Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Calvo, M. (s.f.). "*Alginato*". Recuperado el 29 de Junio de 2015, de Bioquímica de los Alimentos: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/alginato.html>
- Carbajal Romero, G., & Ramírez Gutiérrez , J. (2012). *Análisis Proximal de Alimentos*. Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa.
- Carrillo Zapata, E. M., & Lozano Caicedo, A. M. (2008). *Validación del Método de Detección de Coliformes Totales y Fecales en Agua Potable Utilizando Agar Chromocult*. Bogota D.C. : Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera de Microbiología Industrial.
- Casalins, E. (2012). "*Cocina Molecular*" *Concepto, técnicas y recetas* . Buenos Aires, Argentina: Ediciones Lea, S.A. .
- Chews, R. (2007). "*La niñez guatemalteca en cifras*". Guatemala: UNICEF.

- Chirinos Lazo, M. (2011). *Gastromolecular; Revista de gastronomía dedicada a la Cocina Molecular*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Clayton, L., Bush, D., & Keener, K. (s.f.). *Métodos para la conservación de alimentos*. Indiana: Purdue University.
- Cocinista. (2012). "*Recetas de esferificación*". Recuperado el 15 de julio de 2015, de Recetas; Cocina molecular; Esferificaciones: <http://www.cocinista.es/web/es/recetas/cocina-molecular/esferificaciones/esferas-para-cocteles.html>
- Cocinista. (s.f.). "*Gluconolactato*". Recuperado el 07 de julio de 2015, de Enciclopedia Cocinista; Ingredientes modernos: <http://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/gluconolactato.html>
- Cocinista. (s.f.). "*Recetas de esferificación*". Recuperado el 15 de julio de 2015, de Recetas; Cocina molecular; Esferificaciones: <http://www.cocinista.es/web/es/recetas/cocina-molecular/esferificaciones/esferas-para-cocteles.html>
- Cocinista. (s.f.). *Sales de Calcio*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de Enciclopedia Cocinista, Ingredientes Modernos: <http://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/sales-de-calcio.html>
- COGUANOR. (1991). *Refrescos no carbonatados listos para beber. Especificaciones (1)*. COGUANOR 34 215. Guatemala, C.A. : Comisión guatemalteca de normas, Ministerio de economía.
- Cole-Parmer (International). (2015). *Calcium L-Lactate pentahydrate 98% (1kg)*. Recuperado el 17 de agosto de 2015, de Cole-Parmer Instrument Company; Fluid handling and analysis: http://www.coleparmer.com/Product/Calcium_L_lactate_pentahydrate_98_1kg/EW-88252-27

- Comisión Europea. (2011). *Reglamento (UE) N° 10/2011 de la Comisión sobre materiales y objetos plásticos desinados a estar en contacto con alimentos*. Europa: Diario Oficial de la Unión Europea.
- Definición.DE. (2016). *Definicion de Pasteurización*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de <http://definicion.de/pasteurizacion/>
- EcuRed. (2012). *Citrato de sodio*. Recuperado el 12 de noviembre de 2015, de EcuRed; Conocimiento con todos y para todos: http://www.ecured.cu/index.php/Citrato_de_sodio?PageSpeed=noscript
- EcuRed. (2016). *EcuRed. Conocimiento con todos y para todos*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de Extracción Líquido-Líquido: http://www.ecured.cu/Extracci%C3%B3n_L%C3%ADquido-L%C3%ADquido
- EcuRed, & Olguita mes. (2011). *EcuRed. Conocimiento con todos y para todos*. Recuperado el 20 de octubre de 2015, de Pruebas sensoriales de los alimentos. Pruebas Sensoriales: <http://www.ecured.cu/index.php/Archivo:Pruebas-sensoriales.jpg>
- elBulli . (2012). *"Sferificación"*. Recuperado el 29 de Junio de 2015, de TEXTURAS: Albert y Ferran Adrià: <http://www.albertyferranadria.com/esp/texturas-sferificacion.html>
- EUFIC. (2013). *EUFIC. European Food Information Council*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de La vida útil de los alimentos y su importancia para los consumidores: http://www.eufic.org/article/es/artid/La_vida_util_de_los_alimentos_y_su_importancia_para_los_consumidores/
- FAO. (2011). *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones (Guía Práctica). Una Introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria*. USA: Programa CE-FAO.

- FAO. (s.f.). *Manual de Técnicas de Laboratorio de Nutrición de Peces y Crustáceos*. Recuperado el 04 de septiembre de 2015, de 4. Análisis Especiales; 4.10. Determinación de Calcio en el Alimento: <http://www.fao.org/3/content/a982de1c-98df-5e67-a0cb-1e92724d2822/AB489S04.htm#ch4.10>
- FAO, & OMS. (2007). *Etiquetado de los Alimentos*. Italia: 5ta edición.
- FAO, & Pesca, D. d. (2015). "Análisis Proximales". Recuperado el 15 de julio de 2015, de Depósito de Documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab489s/ab489s03.htm>
- FAO, D. d. (s.f.). *Depósito de Documentos de la FAO; Desarrollo de la cuicultura. Procedimientos idóneos en la fabricación*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de Envasado y Etiquetado: <http://www.fao.org/docrep/005/y1453s/y1453s0d.htm#TopOfPage>
- FAO, D. d. (s.f.). *Depósito de Documentos de la FAO; Codex Alimentarius: Etiquetado de los Alimentos*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados; CODEX Stan 1-1985, Rev. 1991: <http://www.fao.org/docrep/005/y2770s/y2770s02.htm#TopOfPage>
- FDA. (2015). *Bacteriological Analytical Manual (BAM). 8th edition. Revision A. 1998*. Recuperado el 5 de enero de 2016, de U.S. Food and Drug Administration: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>
- FDA, Maturin (ret.), L., & Peeler (ret.), J. T. (2015). *BAM: Aerobic Plate Count. Bacteriological Analytical Manual. Edition 8. Revision A. 1998. Chapter 3. (January 2001)*. Recuperado el 5 de enero de 2016, de U.S. Food and Drug Administration - Protecting and Promoting Your Health: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>

- Ferrer Villar, J. M. (2014). *Eroski Consumer; Seguridad alimentaria, Normativa legal*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de Cómo se regulan los envases de los alimentos: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/normativa-legal/2014/03/04/219456.php>
- FFyB, & UBA. (s.f.). *Metodología Afectiva y Valor Biológico del Placer de Comer. Curso Sentidos Químicos y Metodología para el Análisis Sensorial*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.
- Flores Vásquez, Q. J., Ly, B. M., Tapia Huanambal, P. N., & Maldonado García, M. H. (2001). Bioremediación de metales tóxicos en efluentes mineros aplicando Biosorción. *Revist@s Peruanas. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*.
- García, G. (2012). *Alimentos que ayudan a prevenir y combatir enfermedades. Fresas*. Estados Unidos: Palibrio.
- Glentham Life Sciences Limited. (2015). *Calcium lactate gloconate*. Recuperado el 17 de agosto de 2015, de Glentham Life Sciences: <http://www.glentham.com/en/products/product/GC1289/>
- Glentham Life Sciences Limited. (2015). *Calcium lactate, anhydrous*. Recuperado el 17 de agosto de 2015, de Glentham Life Sciences: <http://www.glentham.com/en/products/product/GL8837/>
- González Alvarado, G. G. (2009). *"Estabilidad e Intercambio de Iones Calcio en Geles de Alginato"*. Durango, México: Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica.
- Gottau, G. (2012-2013). *VITÓNICA*. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de <http://www.vitonica.com>
- Guitart, F., Cuadros, J., & Artigas, C. (2011). *" Experimentos de Química en Contexto: Las Esferificaciones, ¿Qué esconde la nueva cocina?"*. Barcelona: CESIRE-CDEC; IQS; Ciencia en Acción 12.

- Gulrez, S., & Al-Assaf, S. (2011). *Hydrogels: Methods of Preparation, Characterisation and Applications*. Recuperado el 25 de septiembre de 2015, de Chapter 5. Ionic Interaction: <http://www.intechopen.com/books/progress-in-molecular-and-environmental-bioengineering-from-analysis-and-modeling-to-technology-applications/hydrogels-methods-of-preparation-characterisation-and-applications>
- Gutiérrez, J. B. (2000). *Ciencia Bromatológica; Principios generales de los alimentos*. España: Ediciones Díaz de Santos, S.A. .
- Ibáñez Moya, F., & Barcina Angulo, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos; Métodos y aplicaciones. Capítulo 1: Introducción al análisis sensorial*. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica.
- ICD. (2013). *It's Chemically Delicious! Learning molecular gastronomy from scratch*. Recuperado el 27 de septiembre de 2015, de The Science Behind Spherification: <https://itschemicallydelicious.wordpress.com/2013/02/07/the-science-behind-spherification/>
- INGCO, G. (2008). *Materiales y envases para alimentos*. Bogotá, Colombia: Revista Virtual PRO.
- Instituto Nacional de Estadística Guatemala (INE). (s.f.). *Caracterización República de Guatemala*. Guatemala.
- Interediate Technology Development Group (ITDG). (1998). *Técnicas de Envasado y Empaque. Capítulo 3: Nuevos Materiales y Técnicas de Envasado*. Lima, Perú: United Nations Development Fund for Women.
- JM , G. (2010). *Lista de los aditivos alimentarios permitidos actualmente en la unión europea y sus números E*. España: UGR.ES.
- Kaczmarek, H. (2003). *Materiales para el envasado de alimentos. Clasificación incluyendo materiales biodegradables*. Polonia, Torun: ECO-PAC.

- Lozano Ardón, A. (2009). *Nuevas Tendencias Gastronómicas: La Cocina Molecular*. Guatemala: Universidad del Istmo - Campus IFES - Escuela de Administración de Instituciones Hoteleras.
- Lupo Pasin, B. (2014). *"Estudio de la gelificación de alginatos para encapsulación: caracterización, preparación y aplicaciones en alimentos funcionales"*. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.
- Lupo Pasin, B., González Azón, C., & Maestro Garriga, A. (2012). *Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones*. Venezuela : Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Mans, C., & Castells, P. (2011). *"La nueva cocina científica"*. Barcelona, España: Prensa Científica S.A., Investigación y Ciencia.
- Marin, J. (2013). *Bitácora de Color*. Recuperado el 10 de enero de 2016, de Árbol de Munsell: <http://bitcolor.blogspot.com/2013/05/arbore-de-munsell.html>
- Martín. (2012). *Escuela Lacaracola; Mundosostenible*. Recuperado el 2015 de agosto de 10, de Plásticos Tóxicos: Sabes cuales son?: <https://lacaracolamalaga.wordpress.com/category/mundo-sostenible/>
- McKee, T., & McKee, J. R. (2003). *Bioquímica. La Base Molecular de la Vida - tercera edición*. Madrid, España: The McGraw-Hill Companies, Inc. .
- Menchú, M. T., & Méndez, H. (2012). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica; INCAP y OPS - segunda edición, tercera reimpresión*. Guatemala, Centroamérica: Serviprensa, S.A.
- Menchú, M. T., Torún, B., & Elías, L. (2012). *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP; segunda edición*. Guatemala: INCAP MDE/057.
- nisenet. (s.f.). *Gummy Capsules*. Recuperado el 27 de septiembre de 2015, de UD Programs Concept 3. Provide physical and sensory access to all aspects of the program:

https://www.google.com.gt/search?q=gelation+alginate+and+calcium+structure&espv=2&biw=1280&bih=647&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI976Op-SYyAIVSc6ACh2_Ng0X#imgrc=DH52tu_jwuxWxM%3A

PANREAC QUÍMICA, S.A. . (s.f.). *Analíticos en Alimentaria, Método Oficiales de Análisis. Leche y productos lácteos.* . España: Centre Telematic Editorial, SRL.

Parlamento Europeo, & Consejo. (2004). *Reglamento (CE) N° 1935/2004 del parlamento europeo y del consejo, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 90/590/CEE y 89/109/CEE.* Europa: Diario Oficial de la Unión Europea.

Perez Castaño, V. (s.f.). *Cocina creativa o de autor.* Ediciones Paraninfo, S.A.

Posada Cardona, C. C. (2011). *Recopilación de Estudios de Tiempos de Vida útil de Productos Nuevos y Ya Existentes de la Compañía de Galletas Noel S.A.S.* Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.

QuimiNet.com. (2011). *La importancia de realizar un análisis microbiológico en los alimentos.* Recuperado el 5 de enero de 2016, de QuimiNet.com Información y Negocios segundo a segundo: <http://www.quiminet.com/articulos/la-importancia-de-realizar-un-analisis-microbiologico-en-los-alimentos-63049.htm>

RAE. (2012). *Recursos; Diccionarios; Diccionario de la lengua española.* Recuperado el 17 de agosto de 2015, de Real Academia Española: <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>

Reglamento Técnico Centroamericano. (2008). *Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. RTCA 67.04.50:08.* Centroamérica .

Reglamento Técnico Centroamericano. (2010). *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. RTCA 67.04.54:10.* . Centroamérica: Anexo de la Resolución No. 283-2012 (Comieco-LXII).

- Rivera Toapanta, E. A. (2013). *Evaluación de la capacidad de esferificación de quitosano como sustituto de alginato en la elaboración del falso caviar*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Química de Alimentos.
- Roessler, E., Baker, G., & Amerine, M. (1956). *Tabla de Significación para Tests Pareados ($p=1/2$)*. Recuperado el 20 de octubre de 2015, de Food Tesearch 21, 117-121:
http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/apendice/tabla01.html
- RTCA. (2008). *Alimetnos y Bebidas Procesados. Néctares de Frutas. Especificaciones*. . Centroamérica: RTCA 67.04.48:08.
- RTCA. (2009). *Productos Farmacéuticos, estudios de estabilidad de medicamentos para uso humano*. RTCA 11.01.04:09 primera actualización.
- RTCA. (2010). *Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para la Población a Partir de 3 Años de Edad*. Centroamerica: RTCA 67.01.60:10 .
- RTCA, R. (2011). *Productos Farmacéuticos. Productos Naturales Medicinales para Uso Humano. Requisistos de Etiquetado*. Anexo 2 de la Resolución No. 270-2011 (COMECO-LXI). RTCA 11.04.41:06.
- RTCA, R. (2012). *Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados (Preenvasados)*. Anexo de la Resolución No. 280-2012 (COMIECO-LXII). RTCA 67.01.07:10.
- SertransChileS.A. (2015). *Global Action Company*. Recuperado el 12 de noviembre de 2015, de Productos. Hidrocoloides. Goma Xanthan :
<http://www.globalactionchile.cl/Hidrocoloides.html>
- Thompson, J. L., Manore, M. M., & Vaughan, L. A. (2008). *Nutrición*. Pearson Education, S.A.

UNAD. (2015). *UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de Lección 46: De los tipos de análisis de alimentos: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/202015/202015/leccion_46_de_los_tipos_de_analisis_de_alimentos.html

University Research Co., LLC (URC), & Delgado, H. L. (2012). *Informe Técnico. Salud y nutrición a nivel nacional y en cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala (San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango y Quiché): Situación, Desafíos y Propuestas para su Mejoramiento*. Winsconsin, Estados Unidos: USAID - From American People. Health Care Improvement Project.

Vidal Carou, M. C. (2008). *Alimentos funcionales; Algunas reflexiones en torno a su necesidad, seguridad y eficiencia y a cómo declarar sus efectos sobre la salud*. Barcelona: Humanitas (Humanidades Médicas).

VinoTec. (2014). *Placas con medios de cultivos específicos*. Recuperado el 5 de enero de 2016, de VinoTec Centro Tecnológico del Vino. Chile: <http://vinotec.com/productos/placas/>

Zuidam, N. J., & Nedovic, V. A. (2010). *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*. Serbia: Springer.

9. Glosario y abreviaturas

9.1. Glosario

1. Alimento funcional: alimentos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades. (Vidal Carou, 2008)
2. Análisis: estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador. (RAE, 2012)
3. Análisis proximal: conjunto de métodos que determinan la composición en términos nutricionales de un alimento. No determina sustancias químicamente definibles, sino que asocia combinaciones orgánicas que responden a determinadas reacciones analíticas. (UNAD, 2015)
4. Esferificación inversa: consiste en aplicar calcio al líquido a esferificar y este se sumerge en una disolución de alginato que mediante la acción de la disolución se produce la gelificación y la forma de esfera. (Perez Castaño, s.f.)
5. Estabilidad: cualidad de estable; que mantiene o recupera el equilibrio. (RAE, 2012)
6. Extracción líquido-líquido: junto a la destilación, es la operación básica más importante en la separación de mezclas homogéneas líquidas. Consiste en la separación de los componentes de una mezcla líquida, por contacto con otro líquido, inmiscible con ella o parcialmente inmiscible y que disuelve preferentemente a uno de los constituyentes. (EcuRed, 2016)
7. Extrusión: acción y efecto de extrudir; dar forma a una masa metálica, plástica, etc., haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta. (RAE, 2012)
8. Físicoquímico: físicoquímico es la parte de las ciencias naturales que estudia los fenómenos comunes a la física y a la química. (RAE, 2012)
9. Formulación: acción y efecto de formular; representar mediante símbolos químicos la composición de una sustancia o bien de las sustancias que intervienen en una reacción. (RAE, 2012)

10. Fortificación: adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, tanto si está como si o 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. (RTCA, 2012)
11. Gastronomía molecular: es una subdisciplina de la ciencia de alimentos que busca investigar, explicar y usar en formas prácticas las transformaciones físicas y químicas que ocurren al cocinar. (Brockmann, 2012)
12. Hidrostático: rama de la física que estudia el equilibrio de los fluidos. (RAE, 2012)
13. Material de empaque: conjunto de materiales que forman la envoltura y armazón de los paquetes, como papeles, telas, cuerdas, cintas, etc. (RAE, 2012)
14. Microbiológico: microbiológico es perteneciente o relativo a la microbiología; estudio de los microbios. (RAE, 2012)
15. Organoléptico: que puede ser percibido por los órganos de los sentidos. (RAE, 2012)
16. Pasteurización: proceso para eliminar los microorganismos sin modificar las características del alimento. Consiste en incrementar la temperatura de un producto alimenticio en estado líquido a nivel que resulta apenas inferior al necesario para su ebullición, durante un periodo temporal reducido. Rápidamente, el producto es enfriado. (Definición.DE, 2016)
17. Porcentaje: tanto por ciento de sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. (RAE, 2012)
18. Sensorial: perteneciente o relativo a la sensibilidad; facultad de sentir, propia de los seres animados. (RAE, 2012)
19. Vida útil: periodo en el que puede mantenerse en condiciones de almacenamiento especificadas sin que pierda su seguridad y calidad óptimas. (EUFIC, 2013)

9.2. Abreviaturas

1. LLDPE: Polietileno de baja densidad lineal
2. LMP: Límite Máximo Permitido
3. N/A: No aplica
4. ND: No determinado
5. NMP: Número más probable
6. PP: Polipropileno
7. PPM: Partes por millón (mg/L)
8. RAT: Recuento Aeróbico Total
9. UFC: Unidad Formadora de Colonias
10. VRN: Valor de Referencia de Nutriente

10. Anexos

10.1. Anexo A: Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP

Según las tablas presentadas por Menchú, Torún y Elías en el libro de recomendaciones dietéticas diarias del INCAP (2012), a continuación se adjuntan los siguientes cuadros haciendo referencia a la población seleccionada; niños y niñas de 7 a 9 años de edad.

Cabe señalar que el numeral 2 es sobre energía y macronutrientes, el numeral 3 es sobre vitaminas, el numeral 4 es sobre minerales y el numeral 5 es sobre sodio, potasio y cloro; mostrados en paréntesis como son numerados en el libro.

Tabla No. 39 Requerimiento energético en niños y niñas menores de 10 años de edad (2.1)

Sexo	Edad	Peso \ddagger	Requerimiento energético diario por peso		Requerimiento energético diario	
<i>f/m</i>	<i>años</i>	<i>kg</i>	<i>Kcal (KJ) / Kg/día</i>		<i>Kcal b (MJ) / día</i>	
Niños	7 – 7.9	22.6	71	(295)	1,600	(6.7)
Niños	8 – 8.9	25.0	69	(285)	1,725	(7.1)
Niñas	7 – 7.9	21.9	67	(280)	1,475	(6.1)
Niñas	8 – 8.9	24.6	64	(265)	1,575	(6.5)

Tabla No. 40 Ecuaciones de Schofield para la estimación de la TMB a partir del peso corporal en kg (2.3)

Sexo	Edad (años)	n	TMB: MJ/día	Error estándar	TMB: kcal/día	Error estándar
Hombres	3 - 10	338	TMB = 0.095 kg + 2.210	0.28	TMB = 22.706 kg + 504.3	67
Mujeres	3 - 10	413	TMB = 0.085 kg + 2.033	0.292	TMB = 20.315 kg + 485.9	70

Tabla No. 41 Patrón de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad nutricional de las proteínas (mg/g de proteína) (2.4)

Edad (años)	Histidina	Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina + cisteína	Fenilalanina + tirosina	Treonina	Triptófano	Valina
3 - 10	16	31	61	48	24	41	25	6.6	40

Tabla No. 42 Requerimientos promedio de proteínas y Recomendaciones Dietéticas Diarias ^{a/}, con dos tipos de dieta para niños menores de 10 años (2.8)

Sexo	Edad	Peso b/	Requerimiento promedio	Nivel seguro de ingesta de proteínas			
				Proteínas de referencia †		Proteínas de dieta mixta †	
<i>f/m</i>	<i>años</i>	<i>kg</i>	<i>g/kg/d</i>	<i>g/kg/d</i>	<i>g/d</i>	<i>g/kg/d</i>	<i>g/d</i>
niños	7 - 7.9	22.58	0.74	0.91	21	1.23	28
niños	8 - 8.9	25.01	0.75	0.92	23	1.24	31
niños	9 - 9.9	27.57	0.75	0.92	25	1.24	34
niñas	7 - 7.9	21.87	0.74	0.91	20	1.23	27
niñas	8 - 8.9	24.57	0.75	0.92	23	1.24	30
niñas	9 - 9.9	27.56	0.75	0.92	25	1.24	34

Tabla No. 43 Recomendaciones dietéticas de grasa total y ácidos grasos esenciales en infantes, niños adolescentes y adultos ^{a/} (% de energía) (2.10)

Edad	Grasa total	AG saturados	Total AG Poli-instaurados	Ac Linoleico (n-6)	Ac α linoleico (n-3)	Ac Docosahexaenoico (n-3)	AG trans
2 - 18 años	25 - 35 %	hasta 8 %	11%				menos 1%

Tabla No. 44 Requerimientos Promedio Estimado (RPE) y Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD) de Vitamina A (Equivalente de Actividad de Retinol/día) (3.1)

Sexo/Edad	RPE	RDD
<i>años</i>	$\mu\text{g/d EAR}$	$\mu\text{g/d EAR}$
Infantes y niños		
7 - 9.9	300	450

Tabla No. 45 Requerimientos promedio estimados (RPE) ^{a/} de Tiamina, Riboflavina, Niacina Vitamina B6, Folatos y Vitamina B12 (3.2)

Sexo / Edad	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vit. B6	Folatos	Vit. B12
<i>(años)</i>	<i>mg/d</i>	<i>mg/d</i>	<i>mg EN b/ día</i>	<i>mg/día</i>	$\mu\text{g EFD/día}$	$\mu\text{g/día}$
Niños/as						
7 - 9.9	0.5	0.5	6	0.6	170	1.1

Tabla No. 46 Recomendaciones dietéticas diarias (RDD) ^{a/} de Tiamina, Riboflavina, Niacina Vitamina B6, Folatos y Vitamina B12 (3.3)

Sexo / Edad	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vit. B6	Folatos	Vit. B12
(años)	mg/d	mg/d	mg EN b/ día	mg/día	µg EFD/día	µg/día
Niños / as						
7 - 9	0.6	0.6	8	0.7	200	1.3

Tabla No. 47 Ingesta Adecuada Diaria de Ácido Pantoténico y Biotina (3.4)

Edad/ Sexo	Pantotenatos	Biotina
(años)	mg/día	µg/día
Niños/as		
7 - 9	3	20

Tabla No. 48 Recomendaciones Dietéticas Diarias de Vitamina C y Vitamina E, e Ingestas Adecuadas de Vitamina D y Vitamina K, por grupos de edad y sexo (3.8)

Sexo / Edad	Vitamina C	Vitamina D	Vitamina E	Vitamina K
(años)	mg/día	µg/día	mg α-tocoferol/d	µg/día
Niños/as				
7 - 9	35	Exposición solar	8	25

Tabla No. 49 Ingesta máxima tolerable de zinc (4.2)

Edad	mg/día
4 - 8 años	14
9 - 13 años	26

Tabla No. 50 Ingesta máxima tolerable de cobre (4.3)

Edad	mg/día
7 - 9 años	4

Tabla No. 51 Ingesta máxima tolerable de selenio (4.4)

Edad	µg/día
4 - 8 años	150
9 -13 años	280

Tabla No. 52 Ingesta máxima tolerable de flúor (4.5)

Edad	mg/día
4 - 8 años	2.2
9 y más años	10

Tabla No. 53 Requerimiento Promedio Diario de minerales (4.6)

Sexo/Edad	Fósforo	Magnesio	Hierro			Zinc		Yodo	Cobre	Selenio
			Alta biod.	Media biod.	Baja biod.	Alta biod.	Media biod.			
(años)	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	µg/día	µg/día	µg/día
Niños/as										
7 - 9	600	125	6.8	10.2	20.3	3.3	6.6	73	380	24

Tabla No. 54 Recomendaciones Dietéticas Diarias de Minerales ^{a/} (4.7)

Sexo/Edad	Calcio (IA)	Fósforo	Magnesio	Hierro			Zinc		Yodo	Cobre	Selenio	Flúor (IA)
				Alta biod.	Media biod.	Baja biod.	Alta biod.	Baja biod.				
(años)	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	mg/día	µg/día	µg/día	µg/día	mg/día
Niños/as												
7 - 9	700	700	150	8.8	13.2	26.4	4	7.9	120	500	30	1.5

Tabla No. 55 Ingesta máxima tolerable de molibdeno (4.8)

Edad	mg/día
4 - 8 años	0.6
9 - 13 años	1.1

Tabla No. 56 Recomendaciones dietéticas o Ingestas Adecuadas para algunos oligoelementos ^{a/} (4.9)

Edad/Sexo	Magnesio ^{b/}	Molibdeno [¶]	Cromo ^{b/}
(años)	mg/día	µg/día	µg/día
Niños/as			
7 - 9	1.6	22	16

Tabla No. 57 Ingestas Adecuadas ^{a/} de Electrolitos estimadas para personas con actividad moderada y sin sudoración excesiva ^{b/} (5.1)

Edad/Sexo	Sodio	Potasio	Cloruro
(años)	g/d	g/d	g/d
Niños/as			
4 - 8.9	1.2	3.8	1.9
Hombres y Mujeres			
9 - 13.9	1.5	4.5	2.3

Fuente: Menchú, Torún y Elías (2012)

10.2. Anexo B: Información RTCA 67.01.60:10 (etiquetado nutricional)

Tabla No. 58 VRN establecidos por FAO/OMS

Proteína	g	50
Vitamina A	µg	800
Vitamina D	µg	5
Vitamina C	mg	60
Tiamina	mg	1.4
Riboflavina	mg	1.6
Niacina	mg	18
Vitamina B6	mg	2
Ácido fólico	µg	200
Vitamina B12	µg	1
Calcio	mg	800
Magnesio	mg	300
Hierro	mg	14
Zinc	mg	15
Yodo	µg	150


Fuente: RTCA (2010)

Tabla No. 59 Condiciones relativas al contenido de nutrientes

COMPONENTE	DECLARACIÓN DE PROPIEDADES	CONDICIONES
Vitaminas y minerales	Fuente, adicionado, enriquecido, fortificado	Contiene no menos de 15% de VRN por 100 g (sólidos), 7.5% de VRN por 100 ml (líquidos) o 5% de VRN por 100 Kcal (12% de VRN por 1 MJ) o 10% de VRN por porción de alimento





Fuente: RTCA (2010)

10.3. Anexo C: Certificado de análisis Hierro



Certificate of Analysis

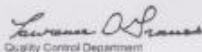


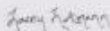
101 North Main Street • Clearfield • Utah 84015 / P.O. Box 750 • Clearfield • Utah 84099 • USA • (801)773-4631 • (800)453-2406 • Fax (801)773-4633

Product Name:	Ferrochel® (Ferrous Bisglycinate Chelate)	Date of Manufacture:	25-Feb-2015
Lot Number:	15056201	Testing Date:	05-Mar-2015
Product Number:	03509	Expiration Date:	25-Feb-2018
		Country of Origin:	USA

ANALYSES			
Item Description	Method	Specification	Result
CHEMICAL TESTS			
Iron	Albion 3400.100	Not less than 20.0 %	21 %
Arsenic	Albion 3400.54	Not more than 1.5 ppm	< 0.05 ppm
Cadmium	Albion 3400.54	Not more than 0.5 ppm	< 0.05 ppm
Lead	Albion 3400.54	Not more than 0.5 ppm	< 0.05 ppm
Mercury	Albion 3400.54	Not more than 0.1 ppm	< 0.05 ppm
Total Nitrogen	Albion 3400.93	10.0 - 11.0 %	10.9 %
PHYSICAL TESTS			
FTIR Spectrum	Albion 3400.36	Pass	95
Color	Albion 3400.26	Khaki-gray to green	Pass
Density	Albion 3400.25	Not less than 0.50 g/cc	0.53 g/cc
pH	Albion 3400.24	7.5 - 8.5 (1 % in distilled water)	8.1
Moisture	Albion 3400.23	Not more than 6 %	3.7 %
MICROBIOLOGICAL TESTS			
Total Plate Count	BAM 8th Ed	Not more than 1,000 CFU/g	< 10 CFU/g
Mold & Yeast	AOAC 995.21	Not more than 100 CFU/g	< 10 CFU/g
Coliform Count	BAM 8th Ed	Negative	Negative
E Coli	BAM 8th Ed	Negative	Negative
Salmonella	AOAC 991.12	Negative	Negative
Staphylococcus aureus	BAM 8th Ed	Negative	Negative

Approved By: 
Lurana O. Howard
Quality Control Department

Date: 11-Mar-2015

Prepared By: 
Tracy Johnson
Quality Control Department

Date: 10-Mar-2015

Declarations:
Non-GMO (Identity Preserved) Products: This material is non-GM according to the EU regulation on genetically modified food and feed [Regulation (EC) No. 1829/2003] and on the traceability and labeling of GMOs and of foods derived thereof [Regulation (EC) No. 1831/2003].
No Irradiation/EtO (Ethylene Oxide): This raw material (including all subcomponents such as additives or excipients) has not been subjected to irradiation or ethylene oxide treatment.
No Residual Solvents: Albion's products conform to ICH203/95 regulations relative to residual solvents.
Expiration and Storage Recommendations: Albion minerals for human nutrition have an expiration date of 3 years from the manufacturing date. It is recommended that these products be stored in a cool, dry location.
Patent Information: www.albionminerals.com/patents
While applicable tariff codes may change from jurisdiction to jurisdiction, some importers have imported this product under the following Tariff Code:
 *Results are on an 'as-is' basis.
www.AlbionSID.com

©2013 Albion Laboratories, Inc. All rights reserved.
 All trademarks referenced herein (with ®, ™, or otherwise) are used with permission from Albion.
 The information in this document is proprietary information and is supplied solely for the customer's use with respect to this product.

Page 1 of 1 (D)

10.4. Anexo D: Permiso análisis sensorial

Guatemala, 02 de noviembre 2015

Dirección General
VILLAGE SCHOOL
Presente

Estimadas autoridades Colegio Village, les deseo éxitos en sus actividades. El motivo de la presente es solicitar su apoyo para poder realizar con los alumnos de 1ero a 3ero. Primaria una encuesta sensorial.

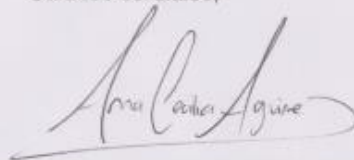
Actualmente me encuentro en último año de la carrera Ingeniería en Industria de Alimentos en la Universidad Rafael Landívar y como trabajo de tesis estoy realizando un estudio titulado: *"Esferificación Inversa de Bebida Nutricional Sabor Fresa, Desarrollada para el Beneficio de la Niñez Intermedia y Determinación de su Tiempo de Vida Útil en Condiciones Adecuadas"*. Este producto está enfocado a niños de 7 a 9 años de edad, como parte del trabajo de validación del producto, se tiene que medir la aceptabilidad y preferencia del producto en la población objetivo.

Para la encuesta requiero de la respuesta de aproximadamente 100 niños comprendidos en las edades antes detalladas, se les proporcionará dos muestras del producto, en donde ellos únicamente tendrán que marcar la opción que más les guste y prefieran.

Este trabajo de graduación se está realizando con el objetivo de brindar a la población un producto nutritivo para los niños, que sea una opción como parte de su alimentación diaria.

Agradezco su atención y apoyo, quedo al pendiente de su amable respuesta.

Saludos cordiales,



Anna Cecilia Aguirre de la Cerda
Estudiante de Ingeniería en Industria de Alimentos
Carné 11386-11



Subdirección
Elementary



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Ingeniería
Teléfono: (502) 24262626 ext. 3017
Fax: (502) 24262609
Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16
Guatemala, Ciudad. 01016
fac_ing@url.edu.gt

Guatemala, 02 de noviembre 2015

Dirección General
VILLAGE SCHOOL
Presente

Estimadas autoridades Colegio Village, por este medio les informo que **Anna Cecilia Aguirre de la Cerda** (Camé # 11386-11), estudiante con Pensum Cerrado de la carrera de Ingeniería en Industria de Alimentos, actualmente está realizando su trabajo de tesis llamado *"Esferificación Inversa de Bebida Nutricional Sabor Fresa, Desarrollada para el Beneficio de la Niñez Intermedia y Determinación de su Tiempo de Vida Útil en Condiciones Adecuadas"*.

Parte del trabajo es realizar una encuesta sensorial con niños de 7 a 9 años de edad para medir la aceptabilidad y preferencia del producto desarrollado. Por lo que agradecería su apoyo permitiéndola realizar la encuesta en sus instalaciones con alumnos del colegio.

Saludos cordiales,

Doctor Mario Santizo
Director Ingeniería Química e
Ingeniería en Industria de Alimentos

Subdirección
Elementary

10.5. Anexo E: Información de encuesta y encuestados

Tabla No. 60 Resultados del análisis sensorial

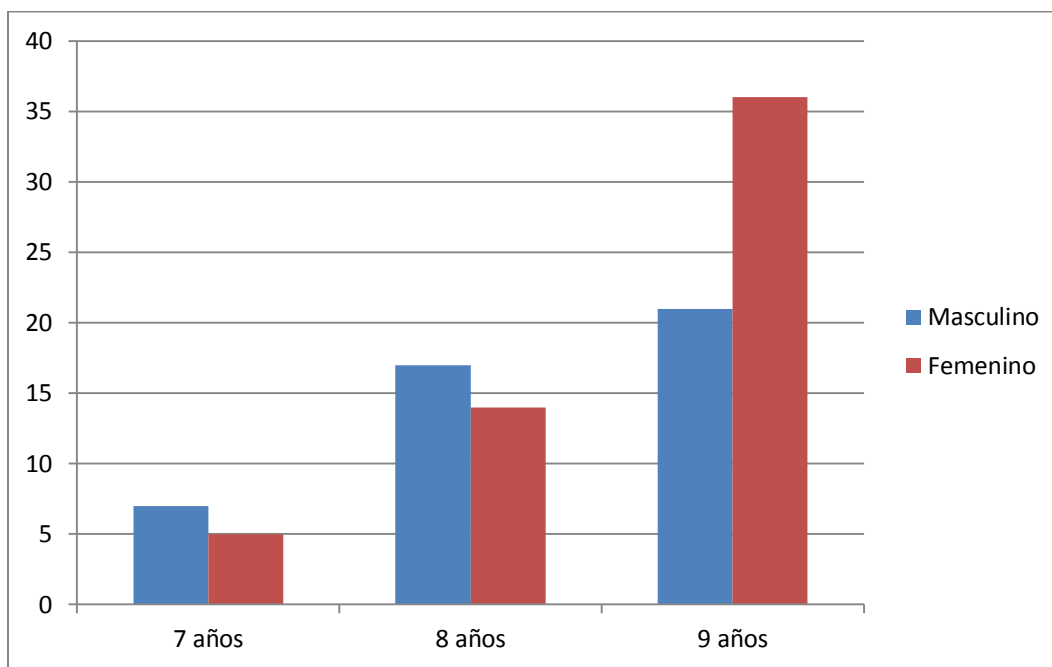
SEXO	EDAD	CÓDIGOS			
		428	106	315	270
Masculino	7 años	2	2	3	0
	8 años	8	3	3	3
	9 años	5	6	5	5
Femenino	7 años	0	0	3	2
	8 años	0	1	4	9
	9 años	9	14	6	7
Total		24	26	24	26

Tabla No. 61 Análisis de encuestados

EDAD	SEXO	ENCUESTADOS	TOTAL
7 años	Masculino	7	12
	Femenino	5	
8 años	Masculino	17	31
	Femenino	14	
9 años	Masculino	21	57
	Femenino	36	

Encuestados fueron 45 hombres y 55 mujeres.

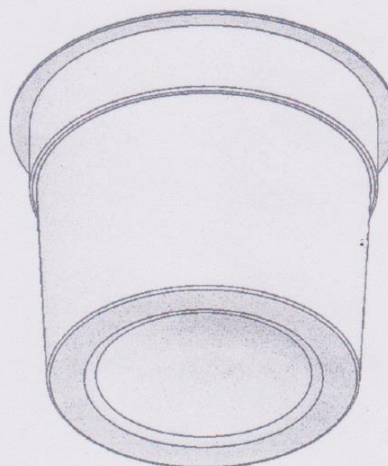
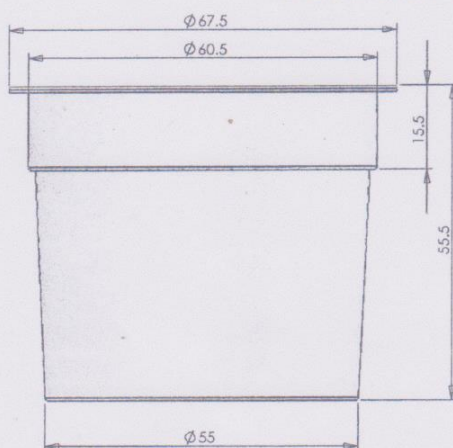
Gráfica No. 2 Análisis de encuestados



10.6. Anexo F: Fichas técnicas del material de empaque



FICHA TECNICA: VTR3.5TA



VTR3.5TA	EMPAQUE: CAJA DE 40 PAQUETES DE 25 UNIDADES VOLUMEN: 0.07 m ³	PROCESO: TERMOFORMADO
MATERIAL: PP COLORES: BLANCO Y TRANSPARENTE	PESO APROX.: 3.5 GRAMOS +/-0.5	FECHA: OCTUBRE 2015 DIMENSIONES: MILIMETROS
PRODUCTO EXCLUSIVO PROPIEDAD DE ENVAICA S.A.		

OBSERVACIONES:

LA MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA LA FABRICACION DE ESTE PRODUCTO SE IMPORTA DE PAISES PRODUCTORES ALREDEDOR DEL MUNDO. CERTIFICANDO QUE ES MATERIA PRIMA VIRGEN Y QUE EL PROCESO PARA PRODUCIRLO SE MANTIENE DENTRO DE LOS RANGOS ESTABLECIDOS POR LOS FABRICANTES DE LA MISMA, PARA RESGUARDAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL MATERIAL USADO EN LA PRODUCCION.

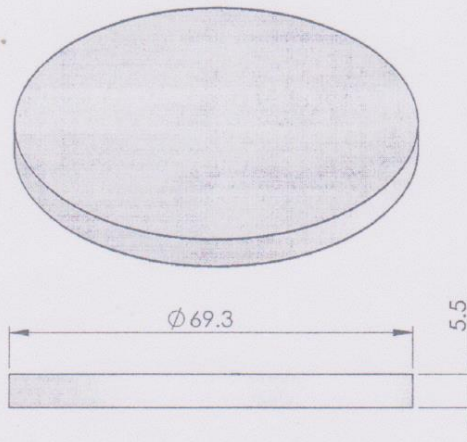
PRODUCTO SUJETO A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO.
SE PROHIBE LA DIVULGACION, UTILIZACION, REPRODUCCION Y TRANSFORMACION, TOTAL O PARCIAL, EN CUALQUIER SOPORTE O MEDIO, DE LOS CONTENIDOS DE ESTE DOCUMENTO SIN EL PREVIO Y EXPRESO CONSENTIMIENTO DE ENVAICA S.A.

xpa Juf
HENRY APARICIO
GERENTE DE PLANTA

Consuelo Flores
CONSUELO FLORES
JEFE DE PRODUCCION

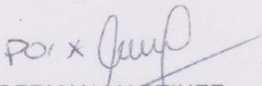


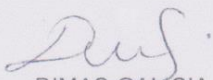
FICHA TECNICA



TAPA 2-8 TIPO YOGURT	COLORES: BLANCO Y LECHOSO	PROCESO: INYECCION
MATERIAL: LLDPE	PESO APROX.: 3.7 GRAMOS	FECHA: SEPT. 2014
		DIMENSIONES: MILIMETROS
PRODUCTO EXCLUSIVO PROPIEDAD DE ENVAICA S.A.		

LA MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA LA FABRICACION DE ESTE PRODUCTO SE IMPORTA DE PAISES PRODUCTORES ALREDEDOR DEL MUNDO. CERTIFICANDO QUE ES MATERIA PRIMA VIRGEN Y QUE EL PROCESO PARA PRODUCIRLO SE MANTIENE DENTRO DE LOS RANGOS ESTABLECIDOS POR LOS FABRICANTES DE LA MISMA.


 GERMAN MARTINEZ
 ENVAICA, S.A.


 DIMAS GALICIA
 JEFE DE PRODUCCION

Importante: Fichas Técnicas envase y tapa proporcionadas por **Envaica**, Guatemala.

PRODUCT - Producto

 Alluminium laminated for strip foil
Aluminio Laminado para Strip Foil
MATERIAL COMPOSITION - Composición del Material

 Primer for printing / Aluminium 30µm soft tempered / Polyethylene 35µm for strip foil
Primer para Impresión / Aluminium 30µm Temple Suave / Polietileno 35µm for strip foil

Stratigraphy composition <i>Estatigrafía</i>	Code <i>Código</i>	Thickness (µm) <i>Espesor (µm)</i>		Weight (g/m ²) <i>Peso (g/m²)</i>		Chemical composition <i>Composición Química</i>
		Value <i>Valor</i>	Tol. <i>Tol.</i>	Value <i>Valor</i>	Tol. <i>Tol.</i>	
Primer <i>Primer</i>	CT185	-	-	1,2	± 0,2	Nitrocell-based <i>Nitrocellulosa</i>
Aluminium soft tempered <i>Aluminio Temple Suave</i>		30,0	± 2,4	81,0	± 6,5	DIN EN 573-3 EN AW 8079
Adhesive <i>Adesivo</i>	CT130	-	-	3,3	± 0,2	Polyester polyurethane <i>Poliestere Poliuretano</i>
LDPE Film <i>Film LDPE</i>		35,0	± 3,5	32,2	± 3,2	
Overall / General		69,5 (*)	± 6,3 (*)	117,7	± 10,1	

(*) Obtained from grammage - Obtenido del gramaje

MATERIAL PROPERTIES - Propiedades del Material

Residual solvent <i>Solvente Residual</i>	<= 10 mg/m ²
Varnishes adhesion to the substrate <i>Adhesión del Varniz al sustrato</i>	No detachment <i>No desprendimiento</i>
FT-IR Spectra LDPE compare <i>FT-IR Spectra comparación LDPE</i>	>= 98,5 %
Primer for printing resistance to temperature <i>Resistencia del primer para impresión a la temperatura</i>	<= 220 °C

CLEARANCE CERTIFICATE - Certificado de autorización

Product <i>Producto</i>	Conformity of the product to the current normes is guaranteed by Aluberg according to the certifications issued by the suppliers of raw materials. The company assures not using heavy metals (Pb - Cd - Hg - CrVI) during the production process. It is however impossible to totally exclude the presence of heavy metal traces, which are directly issued of impurities coming from the raw materials used during the production cycle. The quantity is in any case lower than 100ppm, which matches with the limits fixed by the "94/62 EC Regulation". <i>Aluberg S.p.A garantiza la conformidad del producto a las regulaciones actuales según las certificaciones emitidas por nuestros proveedores de materias primas. La empresa asegura el no uso de metales pesados (Pb - Cd - Hg - CrVI) durante el proceso de producción. Sin embargo, es imposible la exclusión total de presencia de señales de metales pesados, que son directamente emitidas por impurezas provenientes de las materias primas usadas durante el ciclo de producción. La cantidad es, en cualquier caso, inferior a 100ppm, que coincide con los límites establecidos por la "94/62 EC Regulación "94/62".</i>
Polyethylene Film <i>Film di polietilene</i>	FDA 21 CFR § 177.1520 - 176.170 - 178.3297 Directives 2002/72/CE - 2008/39/CE - 2009/975/CE - 94/62/CE - 2004/12/CE CE Regulation n. 1935/2004 - 1895/2005 - 2023/2006/CE (GMP) European Pharmacopoeia paragraphs 3.1.3 and 3.1.5 Italian Ministerial Decree of 21/03/1973 and subsequent directives FDA 21 CFR § 175.300 Directrices 2002/72/CE - 2004/19/CE - 2005/79/CE - 2007/19/CE CE Regulación n. 10/2011 Resolución del Consejo de Europa AP(2004)1 Decreto Ministerial Italiano del 21/03/1973 y directrices subsecuentes

WARRANTY, STORAGE AND SHELF-LIFE - Garantía, Almacenamiento y vida en estantería

This warranty is only valid if the following conditions of storage are observed:

Esta Garantía es sólo válida si se respetan las siguientes condiciones de almacenaje

Condition of storage <i>Condiciones de Almacenamiento</i>	Recommended storage conditions: - no direct sunlight - room temperature between 18°C - 30°C (optimum 18°C - 20°C) - relative humidity between 40% and 60% (optimum 40% - 50%) <i>Condiciones de almacenamiento recomendadas: - No luz solar directa - Temperatura Ambiente entre 18°C - 30°C (optimo 18°C - 20°C) - Humedad Relativa entre 40% y 60% (optimo 40% -50%)</i>
Workability <i>Viabilidad / Funcionalidad</i>	Maximum 1 year from delivery date for printability and sealing. <i>Máximo 1 año desde fecha de entrega para impresión y sellado.</i>
Function <i>Función</i>	Maximum 5 years after processing on the packaging line. <i>Máximo 5 años después de proceso en línea de empaque.</i>

LIABILITY EXCLUSION - Exclusión de Responsabilidad

Data mentioned in the technical specification, obtained in our laboratory or in our raw material supplier's laboratories, are valid as a general indication for the use of the product.

So, even if valid, they don't bind our Company that can not check the conditions of their use.

*La información mencionada en la especificación técnica, obtenida en nuestro laboratorio o en los laboratorios de nuestros proveedores de materias primas, son validadas como indicaciones generales para el uso del producto.
 Incluso siendo válidas no limita que nuestra empresa compruebe las condiciones de uso.*

Importante: Ficha Técnica liner proporcionada por **Thermoplástica, S.A.** (Soluciones de empaque y envase), Guatemala.

10.7. Anexo G: Informe de análisis realizado en el laboratorio



Fecha de Emisión 03/03/2014 del Documento R-PLAB010-001 Rev.01

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

INFORME DE ANÁLISIS No. 1637-15

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Código de Laboratorio:	PA-1611-15	Empresa	Particular
Nombre la muestra:	Bebida de fresa esterificada	Dirección	Ciudad de Guatemala
Lote:	No presenta	Análisis Solicitado:	Proteína, Hierro
Fecha de Producción:	No presenta	Con atención a:	Ana Cecilia Aguirre
Fecha de Vencimiento:	No presenta	Fecha de recepción	16/11/2015
Código de Análisis	C9/365	Fecha de Informe	14/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Condiciones de la muestra al momento de la recepción:	Se recibe muestra empacada en recipiente plástico con tapadera, a temperatura ambiente.
Fecha de inicio de análisis	16/11/2015
Fecha de Finalización	27/11/2015

Resultados de Análisis Físicoquímicos

Parámetro	Resultado (%)
Proteínas %	0.37
Hierro mg/100g	3.58

Abreviaturas: % porcentaje

Metodología: Proteína: <ME-FQ-04-010>, Hierro <ME-FQ-03-005>

Laboratorios de Control y Calidad
"CONCALIDAD"
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa
Tres (III), Campus Central, Edificio TEC,
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,
Guatemala, Guatemala
Tel: (502) 2426-2594

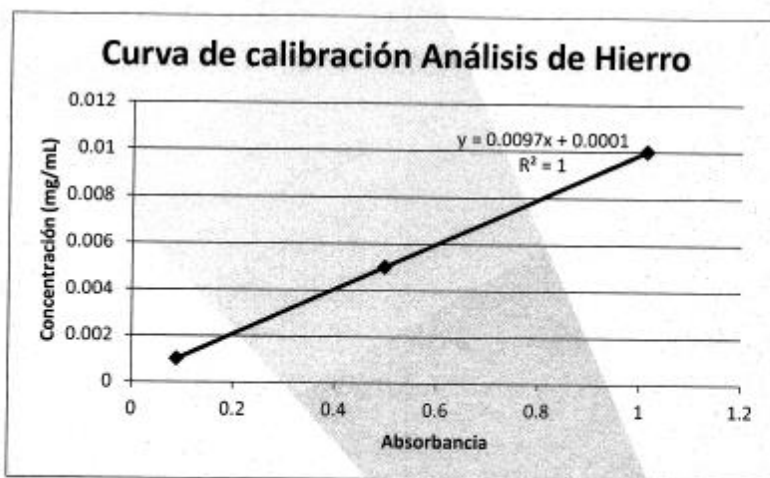
NOTAS:

1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicite la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.
3. Este informe es válido únicamente en original.
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, VISTA HERMOSA III, CAMPUS CENTRAL, EDIFICIO TEC,
PRIMER NIVEL, OFICINA 110, ZONA 16, GUATEMALA, TEL.: 2426-2594

INFORME DE ANÁLISIS No. 1637-15



Anallistas: GR
Vo.Bo: LA

Supervisado por:

Inga Isis López
Colegiado No.1222
Gerente de Laboratorio

**Laboratorios de Control y Calidad
"CONCALIDAD"**
Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa
Tres (III), Campus Central, Edificio TEC,
Primer Nivel, Oficina 110, zona 16,
Guatemala, Guatemala
Tel: (502) 2426-2594

NOTAS:

1. Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como fue recibida por Concalidad.
2. Este informe puede ser reproducido únicamente en su totalidad, si desea hacerlo parcialmente, solicite la aprobación por escrito de la gerencia de Concalidad.
3. Este informe es válido únicamente en original.
4. Concalidad no se responsabiliza por el uso que se dé a este informe.

10.8. Anexo H: Etiquetado nutricional con resultados obtenidos en los análisis

ESFERAS NUTRICIONALES - ANNA CECILIA AGUIRRE

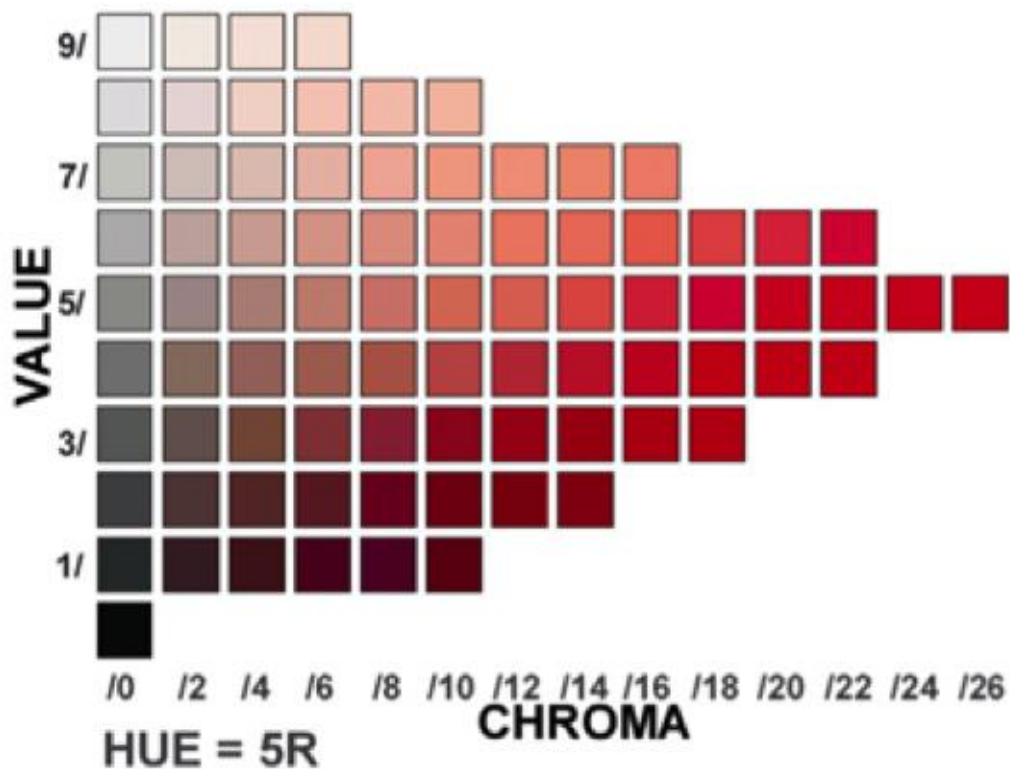
Información Nutricional			
Tamaño de porción:	(85 g)		
Porciones por envase:	1	Tamaño envase	85 g
Cantidad por porción			
Energía	60 Kcal /250 kJ	Energía de Grasa	0 Kcal/ 0 kJ
% Valor Diario*			
Grasa Total	0 g		0%
Grasa Saturada	0 g		0%
Colesterol	0 mg		0%
Sodio	ND mg		
Carbohidratos Totales	15 g		5%
Proteínas	0 g		
Vitamina A	ND	Vitamina C	100%
Calcio	40%	Hierro	20%
* Los porcentajes de Valor Diario están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.			
	Calorías	2000	2,500
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g
Grasa Saturada	Menos de	20 g	25 g
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Sodio	Menos de	2,400 mg	2,400 mg
Carbohidratos Totales		300 g	375 g
Fibra Dietética		25 g	30 g

FAO/OMS - CODEX ALIMENTARIUS. Etiquetado de los Alimentos (5ta.Ed)

10.9. Anexo I: Sistema de color de Munsell

En base al atlas del sistema de color, creado por Albert Henry Munsell, se observa en la siguiente figura la escala de tonalidades del color rojo (matriz 5R). Este sistema de color se basa en las tres dimensiones del color: matriz, valor y saturación. El color se expresa como intercepto XY, donde X es el croma y Y el valor.

Figura No. 11 Sistema de color de Munsell (ROJO)



Fuente: Marin (2013)

10.10. Anexo J: Normativa de análisis microbiológico

COGUANOR NGO 34 215

Cuadro 2. Criterios microbiológicos para refrescos no carbonatados listos para beber del tipo 2.

Microorganismos	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
Recuento de microorganismos aerobios (mesófilos) en placa, en unidades formadoras de colonias (UFC), por mililitro	5	2	200	10 000
Recuento de mohos, en unidades formadoras de colonias (UFC), por mililitro	5	2	10	100
Recuento de levaduras, en unidades formadoras de colonias (UFC), por mililitro	5	2	100	500
Bacterias coliformes, en número más probable (NMP) por 100 mL	5	2	< 3	11
Contenido de mohos, en campos positivos por cada 100 campos. Método Howard (*)	5	2	10	20

(*) Aplicable sólo a productos que declaren en la etiqueta, dentro de los ingredientes, la utilización de jugos o concentrados de frutas. El producto que contenga hifas de mohos en una cantidad mayor que la indicada, significa que la materia prima de origen natural era de calidad inadecuada o que los procedimientos de elaboración han sido antihigiénicos.

- (1) n = Número de muestras que deben analizarse.
- (2) c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m, pero no mayor que M.
- (3) m = Recuento aceptable.
- (4) M = Recuento máximo permitido.

RTCA 67.04.48:08

Tabla 4. Criterios microbiológicos

Parámetro	Plan de muestreo				Limite	
	Tipo de riesgo	Clase	n	c	m	M
Recuento mohos y levaduras	C	3	5	1	10 UFC/ ml	20 UFC/ ml
Coliformes totales		2		0	-----	<3 NMP/ml

	Grupo A (*)	Grupo B
Indicadores:		
Recuento total aerobios mesófilos.	n = 5, m = 10 ⁵ c = 2, M = 10 ⁶	n = 5, m = 10 ⁴ c = 2, M = 10 ⁵
Enterobacteriaceas (lactosa positiva).	n = 5, m = 10 ³ c = 2, M = 10 ⁴	n = 5, m = 10 c = 2, M = 10 ²
Testigos de falta de higiene:		
Escherichia coli.	n = 5, m = 10 c = 2, M = 10 ²	Ausencia/g
Staphylococcus aureus.	n = 5, m = 10 c = 2, M = 10 ²	n = 5, m = 10 c = 1, M = 10 ²
Patógenos:		
Salmonella.	n = 5, c = 0 Ausencia/25 g	n = 5, c = 0 Ausencia/25 g
Listeria monocytogenes.	n = 5, m = 10 c = 2, M = 10 ²	n = 5, c = 0 Ausencia/25 g

n = número de unidades de la muestra.

m = valor umbral del número de bacterias. El resultado se considerará satisfactorio si todas las unidades que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o menor que m.

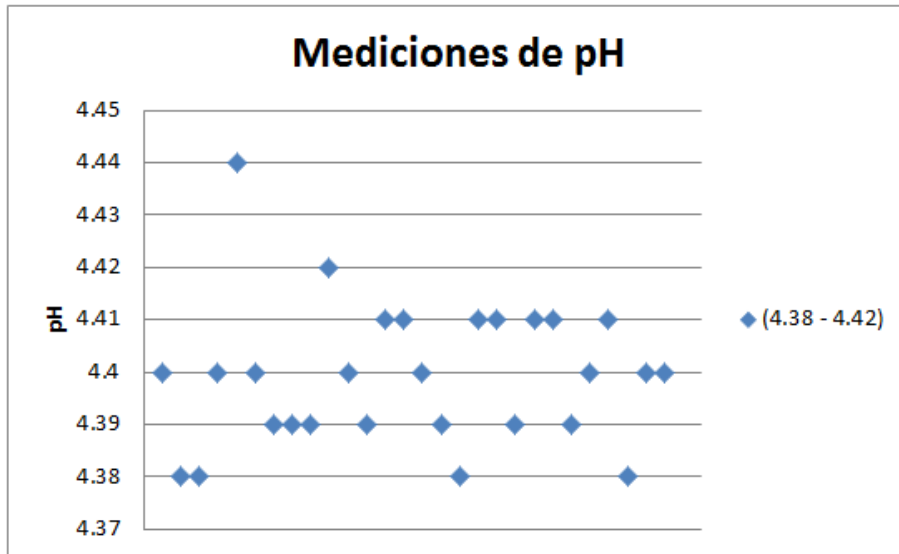
M = valor límite del número de bacterias. El resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M.

c = número de unidades de la muestra, cuyo número de bacterias podrá situarse entre m y M. La muestra seguirá considerándose aceptable si las demás unidades tienen un número de bacterias menor o igual a m.

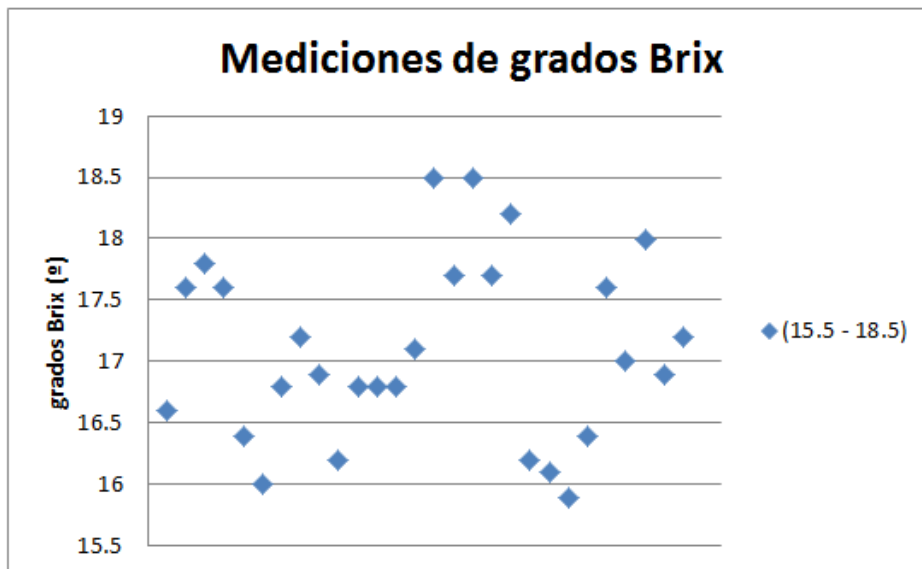
(*) No se investigará recuento total de aerobios mesófilos y enterobacteriaceas en las comidas preparadas que lleven como ingredientes productos fermentados o curados.

10.11. Anexo K: Dispersión de mediciones pH y grados Brix

Gráfica No. 3 Dispersión de pH



Gráfica No. 4 Dispersión de grados Brix



10.12. Anexo L: Temperaturas del estudio de estabilidad

Las temperaturas de almacenamiento para el análisis de vida útil se muestran a continuación:

- Refrigeradora Marca: Frigidaire, Modelo: FFIR2126LME, Serie: 4A32714275

Temperatura: $2-8^{\circ}\text{C} \pm 1.1^{\circ}\text{C}$

Tabla No. 62 Temperatura de la refrigeradora

FECHA	TEMPERATURA	FECHA	TEMPERATURA	FECHA	TEMPERATURA
09/11/15	2.1	20/11/15	4.1	01/12/15	4.1
10/11/15	4.1	21/11/15	-	02/12/15	4.1
11/11/15	2.1	22/11/15	-	03/12/15	3.1
12/11/15	3.1	23/11/15	4.1	04/12/15	2.1
13/11/15	2.1	24/11/15	5.1	05/12/15	-
14/11/15	-	25/11/15	4.1	06/12/15	-
15/11/15	-	26/11/15	6.0	07/12/15	1.1
16/11/15	5.1	27/11/15	5.1	08/12/15	4.1
17/11/15	5.1	28/11/15	-	09/12/15	5.1
18/11/15	5.1	29/11/15	-	10/12/15	1.1
19/11/15	5.1	30/11/15	4.1		

- Incubadora Marca: LAB-LINE, Modelo: 203, No. Serie: N/P

Temperatura: 25°C

Tabla No. 63 Temperatura de la incubadora

FECHA	TEMPERATURA
09/11/15	25.1
10/11/15	24.9
11/11/15	25.1
12/11/15	24.9
13/11/15	24.9
14/11/15	-
15/11/15	-
16/11/15	25.1

10.13. Anexo M: Muestra de Cálculo

10.13.1. Formación de esferas

Las mediciones realizadas en el pesaje de formación de esferas se detallan a continuación.

Tabla No. 64 Pruebas de utensilio para formar las esferas

MEDICIONES	GOTERO 1ml	GOTERO 10 ml	JERINGA 10 ml	JERINGA 60 ml	$\frac{1}{4}$ CUCHARITA MEDIDORA	$\frac{1}{2}$ CUCHARITA MEDIDORA
M1	0.14	0.21	0.30	1.51	0.51	0.74
M2	0.13	0.24	0.29	1.54	0.55	0.73
M3	0.14	0.25	0.25	1.48	0.43	0.75
M4	0.15	0.23	0.28	1.47	0.59	0.64
M5	0.14	0.26	0.27	1.52	0.48	0.76
Promedio	0.14 g	0.24 g	0.28 g	1.50 g	0.51 g	0.72 g

Finalmente, se produce con la jeringa de 60 ml, ya que el tamaño de esfera es el que mejor se le adecua.

Para formar una esfera, se agrega 1.50 ml de bebida preparada sabor fresa a la solución de alginato y se obtienen los siguientes pesos a partir de 50 esferas formadas:

Tabla No. 65 Pesaje de esferas formadas

PESOS EN GRAMOS									
2.05	2.16	2.14	1.86	2.25	1.92	2.37	2.18	1.91	1.90
2.21	1.98	2.05	2.00	1.84	1.79	2.24	2.01	2.33	1.95
2.28	1.85	2.15	1.92	1.95	2.08	1.84	1.90	1.85	2.13
1.83	2.24	2.29	2.04	1.81	2.20	2.01	2.54	1.86	1.98
1.97	2.30	2.13	2.03	2.03	1.92	2.21	1.86	2.10	2.03

Dando un promedio de 2.05 gramos por esfera.

Asumiendo que la densidad de la bebida sabor fresa es de 1.05 g/ml, se obtiene que la membrana de alginato es de aproximadamente 0.48 gramos.

Calculo

$$PB = V * d$$

PB = Peso de la bebida sabor fresa (**1.575g**)

V = Volumen de la bebida (1.50ml)

d = Densidad de la bebida (1.05g/ml)

$$PM = PE - PB$$

PM = Peso de la membrana de alginato (**0.48g**)

PE = Peso de las esferas (2.05g)

$$R = \left(\frac{B + L}{PB} * PM \right) + B + L$$

R = Rendimiento (**38.39%**)

B = % Bebida en la esferificación (28.00%)

L = % Lactato de calcio en la esferificación (1.42%)

10.13.2. Cálculos análisis proximal y de micronutrientes

Cálculos generales

- Promedio:

$$Promedio = \frac{\sum xi}{n}$$

$\sum xi$ = sumatoria de los valores

n = cantidad de valores evaluados

- Porcentaje:

$$Porcentaje = \frac{P}{M} * 100$$

P = Promedio de lo que se quiere encontrar

M = Promedio muestra

Para iniciar el análisis, se licuó el contenido del envase (85 gramos) y se agregó en promedio 10 gramos en cada uno de los 8 crisoles distintos.

Tabla No. 66 Pesos de muestras

No. CRISOL	PESO CRISOL + TAPA (gramos)	MUESTRA + CT (gramos)	HORNO			MUFLA
			TOMA 1 + CT (gramos)	TOMA 2 + CT (gramos)	TOMA 3 + CT (gramos)	CENIZAS + CT (gramos)
1	38.2603	48.2601	40.7240	40.2846	40.2375	38.3960
2	27.3903	37.3994	29.7393	29.2518	29.2312	27.5224
3	27.8645	37.8676	30.5782	30.5611	-	27.9983

4	27.9716	37.9716	29.7018	29.6705	29.6334	28.1053
5	27.2291	37.2218	28.9794	28.9407	-	27.3467
6	27.5168	37.5185	29.9748	29.4977	29.4491	27.6432
7	33.0016	43.0026	34.6327	34.6173	-	33.1313
8	29.0292	39.0255	31.8784	31.3076	31.2801	29.1628

Tabla No. 67 Diferencia de pesos

No. CRISOL	MUESTRA (gramos)	DIFERENCIA DE PESOS (HORNO) * (gramos)
1	9.9998	0.0471
2	10.0091	0.0206
3	10.0031	0.0171
4	10.0000	0.0371
5	9.9927	0.0387
6	10.0017	0.0486
7	10.0010	0.0154
8	9.9963	0.0275
Promedio	10.0005 g	0.0315 g

*La diferencia de pesos debe de ser menor a 0.05 gramos.

Cálculos

- Muestra:

$$Muestra = (muestra + CT) - (peso crisol + tapa)$$

- Diferencia de pesos (horno):

$$Diferencia\ de\ pesos = (Toma\ 3 + CT) - (Toma\ 2 + CT)$$

$$Diferencia\ de\ pesos = (Toma\ 2 + CT) - (Toma\ 1 + CT)$$

- Promedio:

$$Promedio = \frac{\sum xi}{n}$$

$\sum xi$ = sumatoria de los valores

n = cantidad de valores evaluados

Contenido de Humedad

Tabla No. 68 Humedad en las muestras

No. CRISOL	HUMEDAD (gramos)
1	8.0226
2	8.1682
3	7.3065
4	8.3382
5	8.2811
6	8.0694

7	8.3853
8	7.7454
Promedio	8.0396 g

Por lo que el porcentaje de humedad del producto final es: **80.39%**.

Cálculos

- Humedad:

$$\text{Humedad} = (Toma\ 2\ o\ 3 + CT) - (Muestra + CT)$$

Contenido de Cenizas

Tabla No. 69 Cenizas en las muestras

No. CRISOL	CENIZAS
1	0.1357
2	0.1321
3	0.1338
4	0.1337
5	0.1176
6	0.1264
7	0.1297
8	0.1336
Promedio	0.1303 g

Por lo que el porcentaje de cenizas del producto final es: **1.30%**.

Cálculos

- Cenizas (mufla):

$$\text{Cenizas} = (\text{Cenizas} + \text{CT}) - (\text{Peso crisol} + \text{tapa})$$

Contenido de Lípidos

Tabla No. 70 Datos para lípidos

BEAKER 250ml	MUESTRA + B	ERLENMEYER	MUESTRA EXTRAÍDA + E	LÍPIDOS + E
99.0431 g	109.0502 g	89.6708 g	154.9180 g	89.6763 g

Tabla No. 71 Lípidos en la muestra

MUESTRA	LÍPIDOS
10.0071 gramos	0.0055 gramos

Por lo que el porcentaje de lípidos del producto final es: **0.05%**.

Cálculos

- Muestra

$$\text{Muestra} = (\text{Muestra} + \text{B}) - (\text{Beaker 250ml})$$

- Lípidos

$$\text{Lípidos} = (\text{Grasa} + \text{E}) - (\text{Erlenmeyer})$$

Contenido de Calcio

Tabla No. 72 Estándar utilizado

	DATOS
Concentración del estándar	1 mg
Volumen de EDTA gastado en estándar	0.3 ml
Factor	3.3333 mg/ml

Tabla No. 73 Datos calcio en las muestras

PRUEBA	PESO DE LA MUESTRA	VOLUMEN EDTA GASTADOS EN TITULACIÓN MUESTRA
1	10.0000 g	11.7 ml
2	10.0017 g	12.5 ml
3	9.9963 g	12.6 ml
Promedio	9.9993 g	12.3 ml

Por lo que el contenido de calcio del producto final es: **410.03 mg / 100 g.**

Cálculos

- Factor:

$$F = \frac{E}{EDTA}$$

F = Factor (mg/ml)

E = Concentración del estándar

EDTA = Volumen de EDTA gastado en estándar

- Calcio en muestra:

$$Ca = \frac{F * ED * 100}{Mx}$$

Ca = Concentración de calcio (mgCa/100g)

ED = Volumen EDTA gastados en titulación muestra

Mx = Peso de la muestra

Contenido de vitamina C

Tabla No. 74 Valores para vitamina C

	DATOS
Concentración Yodo	0.1 N
Vitamina C	0.07 %

Tabla No. 75 Datos vitamina C en las muestras

PRUEBA	BALÓN DE 100 ml	MUESTRA + B	MUESTRA	VOLUMEN SOL. YODO UTILIZADO EN LA TITULACIÓN
1	57.8982 g	62.9085 g	5.0103 g	0.4 ml
2	58.0211 g	63.0791 g	5.0580 g	0.4 ml
3	57.9106 g	62.9573 g	5.0467 g	0.4 ml
Promedio			5.0383 g	0.40 ml

Por lo que el porcentaje de vitamina C del producto final es: **69.91 mg / 100 g.**

Cálculos

- Muestra

$$Muestra = (Muestra + B) - (Balón de 100ml)$$

- Contenido de vitamina C

$$VC = \left(\frac{Y * G}{M} \right) 100$$

VC = Cantidad de Vitamina C (mg/100g)

G = 8.806 mg/ml (1ml de yodo 0.1N tiene 8.806mg Vit. C)

Y = Yodo gastado (ml)

M = Peso muestra (mg)

$$C = VC * \frac{1000mg}{1g}$$

C = Contenido de vitamina C (mg/100g)

Contenido de Carbohidratos, Calorías totales energía y Energía de grasa

Tabla No. 76 Valores de macronutrientes

% PROTEÍNA	% LÍPIDOS	% HUMEDAD	% CENIZA
0.37	0.05	80.39	1.30

Por lo que el porcentaje de carbohidratos del producto final es: **17.89%**.

Por lo que el contenido de calorías del producto final es: **73.49 Kcal/100g**.

Por lo que el contenido de energía de grasa del producto final es: **0.45 Kcal/100g**.

Cálculos

- Carbohidratos:

$$CHO = 100 - \%P - \%G - \%H - \%C$$

- Calorías Totales:

$$Cal = (\%P)(4) + (\%G)(9) + (\%CHO)(4)$$

- Energía grasa:

$$EG = (\%G)(9)$$

CHO = Carbohidratos

Cal = Calorías Totales

%P = Porcentaje de proteína

%G = Porcentaje de lípidos

%H = Porcentaje de humedad

%C = Porcentaje de ceniza

- Conversión a Kilo Joules:

$$1Kcal = 4.184 KJ$$

Valores para reportar los micronutrientes

Cálculos

$$VP = \frac{V}{100} * porción$$

$$VDP = \frac{VP}{R} * 100$$

VP = valor por porción (mg/porción)

VDP = valor diario por porción (%)




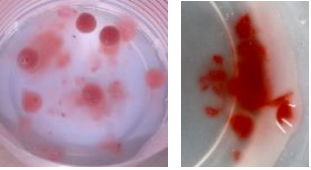
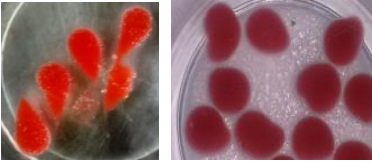

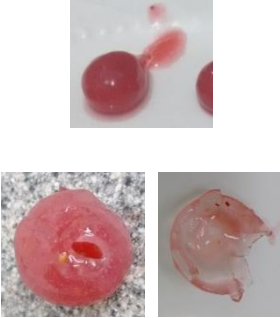





V = valor (mg/100g)

R = valor diario referencia (mg/día)

Porción = 85 gramos

10.14. Anexo N: Recopilación de imágenes

Tabla No. 77 Imágenes de todo el estudio

 <p>Fresa</p>	 <p>Materia prima y aditivos</p>	 <p>Material de empaque</p>
 <p>Prueba de gelificación</p>	 <p>Prueba de formación esferas</p>	 <p>Prueba pérdida de líquido</p>
 <p>Prueba de resistencia esferas</p>	 <p>Prueba de almacenamiento</p>	 <p>Esferificación no deseada (geles)</p>
 <p>Preparación de muestras</p>	 <p>Evaluación sensorial</p>	 <p>Encuestas</p>



Presentación del producto final



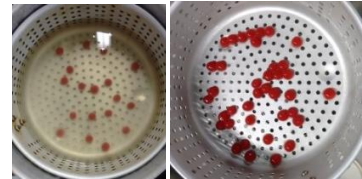
Sellado del producto final



Empacado del producto final



Producción de líquidos sabor fresa



Solución de alginato y baño de agua



Esferificación inversa



Esferas

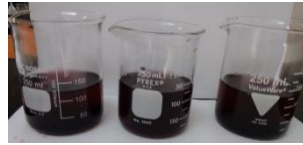




Análisis proximal



Análisis micronutrientes de vitamina C



Análisis micronutrientes de calcio



Análisis proximal de humedad



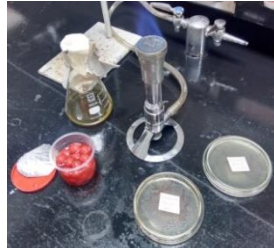
Análisis proximal de cenizas



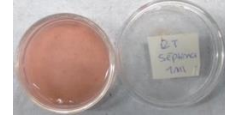
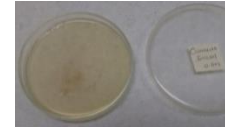
Análisis proximal de lípidos



Análisis organoléptico durante el estudio de estabilidad



Análisis microbiológico



Coliformes / RAT



Análisis fisicoquímico
consistencia



Análisis fisicoquímico pH



Análisis fisicoquímico
grados Brix



Vida útil en condiciones
reales



Vida útil en condiciones
aceleradas