



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA

#### MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

**Título:**

---

**“CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE CAROTENOS Y  
VITAMINA C, EN UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO, DE  
BAJO PODER CALÓRICO”**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en  
Agroindustria con Mención en Tecnología de los Alimentos

**Autor:**

Pablo Gilberto Herrera Soria, Mg.

**Tutor:**

María Teresa Pacheco Tigselema, PhD.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2023**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE CAROTENOS Y VITAMINA C, EN UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO, DE BAJO PODER CALÓRICO” presentado por HERRERA SORIA PABLO GILBERTO, para optar por el título de Magíster en Agroindustria con Mención en Tecnología de los Alimentos.

### CERTIFICO

que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, agosto, 09, 2023

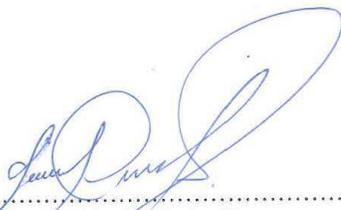


.....  
Ing. PhD. María Teresa Pacheco Tigselema  
CC.: 0502635188

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE CAROTENOS Y VITAMINA C, EN UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO, DE BAJO PODER CALÓRICO, ha sido revisado, aprobado, y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Agroindustria con Mención en Tecnología de los Alimentos. El presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

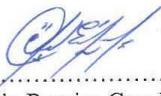
Latacunga, agosto, 09, 2023



.....  
Mg. Edwin Fabián Cerda Andino  
0501369805  
Presidente del tribunal



.....  
Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes  
0501511604  
Lector 2



.....  
Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal  
0501864854  
Lector 3

## **DEDICATORIA**

A quienes son mi razón de ser

Pablo Gilberto Herrera Soria

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por hacer el camino para incursionar en  
nuevos conocimientos.  
A María Teresa Pacheco, tutora de esta investigación, quien acompañó este proceso  
con gran profesionalismo y entrega.  
A mis colegas lectores por sus acertadas recomendaciones.

Pablo Gilberto Herrera Soria

## RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and flourishes, is written over a dotted line.

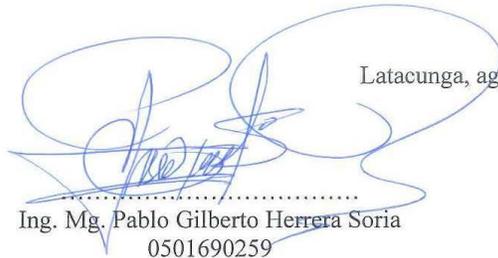
Latacunga, agosto, 09, 2023

Ing. Mg. Pablo Gilberto Herrera Soria  
0501690259

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, agosto, 09, 2023



.....  
Ing. Mg. Pablo Gilberto Herrera Soria  
0501690259

## AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE CARÓTENOS Y VITAMINA C, EN UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO, DE BAJO PODER CALÓRICO, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la pre defensa.

Latacunga, agosto, 09, 2023



.....  
Mg. Edwin Fabián Cerda Andino  
0501369805

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA**

**Título: “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE CAROTENOS Y VITAMINA C EN UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO, DE BAJO PODER CALÓRICO”**

**Autor:** Herrera Soria Pablo Gilberto, Mg.

**Tutor:** Pacheco Tigselema María Teresa, PhD.

**RESUMEN**

En las últimas décadas, el cáncer y otras graves enfermedades han hecho presencia en las personas de todas las edades, siendo una de las causas de mayor mortalidad en el planeta, por otro lado, es necesario plantear nuevos productos en el mercado de los alimentos; es por ello que esta investigación se basó en proponer un suplemento vitamínico de gelatina a base del caroteno astaxantina y la vitamina C, potentes antioxidantes; fructosa y sucralosa como edulcorantes de bajo poder calórico.

Se estableció variables para un diseño experimental AxB con dos repeticiones, con el objeto de determinar los mejores tratamientos por sus atributos sensoriales, y a partir de ellos, con la aplicación de dos modelos de cinética: cero orden y primer orden, determinar el coeficiente de correlación, la constante de degradación, y las características microbiológicas que permitan tener un producto alimenticio inocuo y con buenas características antioxidantes. Los tratamientos fueron almacenados a 8°C durante todo el estudio

La evaluación sensorial arrojó dos mejores tratamientos: **T3:** Carotenos (300 mg/100g)\* Fructosa(PE: 1,5:15%) y **T5:** Vitamina C (450 mg/100g); Carotenos (150 mg/100g) \* Fructosa (PE: 1,5:15%).

Los mejores tratamientos fueron sometidos a un estudio de degradación de carotenos (astaxantina) por el método de espectrofotometría, y; de la vitamina C por un método de titulación, durante veinte y ocho días de almacenamiento a 8°C.

Los resultados, de los tratamientos T3 y T5, del coeficiente de correlación,  $R^2$ , para el caroteno astaxantina, fueron de 0,985 y 0,998 respectivamente; con una constante de degradación para T3 de  $k_1 = 0,0004$  mg/100g/día; y para T5 de  $k_1 = 0,001$  mg/100g/día. Mientras que, para el tratamiento T5, el valor de  $R^2$ , para la vitamina C, fue de 0,993 con una constante  $k_1 = 0,0003$  mg/100g/día. Los tratamientos T3 y T5 se ajustan a la reacción cinética de primer orden

En los resultados microbiológicos; en los tratamientos T3 y T5 se obtuvieron valores que cumplen con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2017:2012

**PALABRAS CLAVE:** cinética; degradación; carotenos; vitamina C; suplemento; dietético.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA**

**Title: “DEGRADATION KINETICS OF CAROTENOIDS AND VITAMIN C IN A LOW CALORIE VITAMIN SUPPLEMENT”**

**Author:** Herrera Soria Pablo Gilberto, Mg.

**Tutor:** Pacheco Tigselema María Teresa, PhD.

**ABSTRACT**

In recent decades, cancer and other serious illnesses have been present in people of all ages, being one of the causes of greatest mortality on the planet, therefore, it is necessary to propose new products for the food market; This research proposed a vitamin gelatin supplement based on astaxanthin carotene and vitamin C, powerful antioxidants; fructose and sucralose as low caloric sweeteners.

Variables were established for an AxB experimental design with two repetitions, in order to determine the best treatments for their sensory attributes, taking into consideration, the application of two kinetic models: zero order and first order, to determine the correlation coefficient, the constant of degradation, and the microbiological characteristics that allow an innocuous food product to have good antioxidant characteristics. Treatments were stored at 8°C throughout the study.

The sensory evaluation yielded two best treatments: T3: Carotenes (300 mg/100g)\* Fructose (PE: 1.5:15%) and T5: Vitamin C (450 mg/100g); Carotenes (150 mg/100g) \* Fructose (PE: 1.5:15%).

The best treatments were subjected to a study of carotene degradation (astaxanthin) by the spectrophotometry method, and of vitamin C by a titration method, during twenty-eight days of storage at 8°C.

The results, from treatments T3 and T5, of the correlation coefficient, R<sup>2</sup>, for astaxanthin carotene, were 0.985 and 0.998 respectively; with a degradation constant for T3 of  $k_1 = 0.0004$  mg/100g/day; and for T5 of  $k_1 = 0.001$  mg/100g/day. Whereas, for treatment T5, the value of R<sup>2</sup>, for vitamin C, was 0.993 with a constant  $k_1 = 0.0003$  mg/100g/day. Treatments T3 and T5 fit the first-order kinetics reaction.

In the microbiological results, for treatments T3 and T5, the values obtained comply with the Ecuadorian technical standard NTE INEN 2017:2012.

**KEYWORD:** kinetics; degradation; carotenes; vitamin C; supplement; dietary.

Edison Marcelo Pacheco Pruna con cédula de identidad número: 0502617350 Licenciado/a en: Ciencias de la Educación mención Ingles con número de registro de la SENESCYT: 1020-12-1169234; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE CAROTENOS Y VITAMINA C, EN UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO, DE BAJO PODER CALÓRICO" de: Pablo Gilberto Herrera Soria, aspirante a Magíster en Agroindustria con Mención en Tecnología de los Alimentos.

Latacunga, agosto, 09, 2023

  
.....  
Mg. Edison Marcelo Pacheco Pruna  
0502617350

## Índice

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Hipótesis o preguntas de investigación.....	4
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. Objetivo general .....	4
1.5.2. Objetivos específicos .....	4
2. CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1. Alimentos funcionales.....	6
2.2. Antioxidantes .....	6
2.3. Carotenos .....	7
2.4. Astaxantina.....	8
2.5. Vitaminas .....	9
2.6. Vitamina C .....	9
2.7. Edulcorantes.....	10
2.8. Efecto de los antioxidantes contra el cáncer .....	12
2.9. Inflamación .....	13
2.10. 2.10. La obesidad .....	15
2.11. Suplementos alimenticios .....	16
2.12. 2.12. Proceso tecnológico de elaboración de confites.....	16
2.13. Consideraciones importantes para el proceso de elaboración de gomitas ..	17

2.14.	Características fisicoquímicas y microbiológicas .....	17
2.15.	2.15. Cinética de degradación de cero, primer y segundo orden .....	17
3.	<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
3.1.	Enfoque de la investigación .....	19
3.2.	Tipo de investigación .....	19
3.3.	Métodos teóricos y empíricos .....	20
3.4.	Técnicas e instrumentos .....	20
3.5.	Diseño experimental.....	21
3.6.	Proceso de elaboración del suplemento vitamínico .....	23
3.7.	Materias primas, reactivos y equipos .....	26
3.8.	Análisis sensorial .....	28
3.9.	Análisis de carotenos y vitamina C.....	28
3.10.	Determinación de Carotenos .....	29
3.11.	Determinación de vitamina C.....	29
3.12.	Análisis microbiológico .....	30
3.12.1.	Recuento de coliformes fecales.....	30
3.12.2.	Recuento de mohos y levaduras .....	31
4.	<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	32
4.1.	Resultados del Análisis sensorial .....	32
4.2.	ANOVA .....	32
4.3.	Degradación de carotenos y vitamina C .....	36
4.4.	Calidad microbiológica .....	46
5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	49

5.1.	CONCLUSIONES .....	49
5.2.	RECOMENDACIONES .....	50
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	51
7.	ANEXOS. ....	56

## Índice de gráficos

<b>Gráfico N° 1</b> Estructura química de la astaxantina .....	8
<b>Gráfico N° 2</b> Estructura química de la vitamina C .....	9
<b>Gráfico N° 3</b> Diagrama de flujo del proceso aplicado para la elaboración del suplemento vitamínico de bajo poder calórico.....	25
<b>Gráfico N° 4</b> Curva de cinética de degradación de orden cero de carotenos para los tratamientos T3 y T5. ....	38
<b>Gráfico N° 5</b> Curva de degradación cinética de primer orden de carotenos para los tratamientos T3 y T5. ....	39
<b>Gráfico N° 6</b> Curva de degradación orden cero de vitamina C para T5 .....	43
<b>Gráfico N° 7</b> Curva de degradación de primer orden de vitamina C para T5.....	43
<b>Gráfico N° 8</b> Curva de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5 .....	48

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 1</b> Tratamientos en estudio.....	23
<b>Tabla N° 2</b> Formulación completa aplicada en cada tratamiento. ....	26
<b>Tabla N° 3</b> Niveles de escala hedónica .....	28
<b>Tabla N° 4</b> Requisitos microbiológicos. Gomitas.....	31
<b>Tabla N° 5</b> Análisis de varianza color: .....	32
<b>Tabla N° 6</b> Test Tukey para el color, alfa = 0,05 .....	33
<b>Tabla N° 7</b> Análisis de varianza olor. ....	33
<b>Tabla N° 8</b> Test Tukey para el olor, alfa=0,05.....	34
<b>Tabla N° 9</b> Análisis de varianza textura.....	34
<b>Tabla N° 10</b> Test Tukey para la textura, alfa=0,05 .....	35
<b>Tabla N° 11</b> Análisis de varianza sabor .....	35
<b>Tabla N° 12</b> Test Tukey para el sabor, alfa=0,05 .....	36
<b>Tabla N° 13</b> Rangos para mejores tratamientos. ....	36
<b>Tabla N° 14</b> Cantidad de carotenos en los tratamientos T3 y T5.....	37
<b>Tabla N° 15</b> Promedio de degradación de carotenos en los tratamientos T3 y T5 ....	37
<b>Tabla N° 16</b> Degradación de carotenos en los tratamientos T3 y T5.....	38
<b>Tabla N° 17</b> Cinética de degradación de carotenos en el tratamiento T3 según el modelo de cer orden o y primer orden. ....	39
<b>Tabla N° 18</b> Cinética de degradación de carotenos en el tratamiento T5 según el modelo de cero orden y primer orden. ....	39
<b>Tabla N° 19</b> Cantidad de vitamina C en el tratamiento T5 .....	41
<b>Tabla N° 20</b> Promedio de degradación de vitamina C en el tratamiento T5.....	41
<b>Tabla N° 21</b> Degradación de vitamina C en el tratamiento T5 .....	42

<b>Tabla N° 22</b> Cinética de degradación de vitamina C en el tratamiento T5.....	44
<b>Tabla N° 23</b> Información nutricional del suplemento vitamínico.....	45
<b>Tabla N° 24</b> Coliformes fecales en los tratamientos T3 y T5 .....	46
<b>Tabla N° 25</b> Mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5.....	47
<b>Tabla N° 26</b> Promedios de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5 .....	47
<b>Tabla N° 27</b> Resultado de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5 .....	47

## **1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES.**

### **1.1. Introducción**

En los últimos años se ha observado un incremento mundial en la producción y consumo de alimentos funcionales, siendo aquellos que, además de aportar nutrientes, generan un beneficio fisiológico al consumidor, mejorando o cuidando su salud. Los nutricionistas han centrado su enfoque en compuestos bioactivos como ingredientes para productos alimenticios, dentro de este grupo destacan los antioxidantes (Trescastro y Bernabeu, 2015).

De manera similar, ha incrementado la aparición de enfermedades inflamatorias, cancerosas, debidas o no al consumo de alimentos (diabetes, colesterolemia, entre otras).

Existe evidencia de que ciertos micronutrientes, como el licopeno, el zinc, el selenio, la vitamina C y otros antioxidantes desempeñan un papel en la salud de la próstata, cuyo crecimiento celular se ve influenciado por la presencia de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Morgia, 2009).

Entre las enfermedades debidas al consumo de alimentos o a factores genéticos, la obesidad y la diabetes, se consideran alarmantes para la salud mundial, ya que están relacionadas con afecciones crónicas, cardiovasculares, cerebrovasculares, renales, oculares, del hígado, hipertensión, hígado graso, osteoartritis, enfermedad de la vesícula, hipertensión, depresión clínica, ansiedad y otros trastornos mentales (Kasen et al., 2008; Luppino et al., 2010)

Según estudios de International Obesity Task Force, un número superior a 600 millones de personas padecen de obesidad, incluyendo niños en edad temprana; aunque, la prevalencia de la obesidad se encuentra concentrada en la población adulta, alcanzando un 8,8% de la población mundial en el 2017, y estimando que llegará al 9,9% para 2045, resultando aproximadamente 424,9 millones de personas con diabetes en el año 2017, y 628,6 millones de personas para el 2045. Un volumen significativo

de afectados rodea los 40 a 59 años de edad; con afectaciones sociales, de salud y económicas (Standl et al., 2019).

A pesar de los esfuerzos por combatir estas enfermedades, se ha observado que utilizar medicamentos no siempre resulta útil, y en ciertos casos, puede causar problemas secundarios (Dinda y Saha, 2022), por lo que, muchas veces se recurre al consumo de compuestos naturales, y productos que ayuden a la prevención y/o disminución de la enfermedad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue elaborar un suplemento alimenticio empleando carotenos y vitamina C, de bajo poder calórico, y evaluar su degradación durante el almacenamiento, para proporcionar una alternativa de un nuevo alimento, con posibles beneficios nutraceuticos.

## **1.2. Justificación**

McCarty et al. 2022, señalan que, en la población masculina de Norteamérica, una dieta alta en proteínas animales (fuente de aminoácidos esenciales), parece estar relacionada con una mayor mortalidad de cáncer, y que la mortalidad notablemente más baja observada en países con dietas casi veganas como Japón, puede estar relacionada con la presencia de antioxidantes e isoflavonas (importantes polifenoles).

Morgia, 2009, también observó que existe una relación entre los nutrientes consumidos y la exposición al cáncer de próstata (CaP).-Además, es conocido que los antioxidantes reducen la oxidación, dicho de otra forma, ayudan a disminuir las reacciones químicas que dan paso a radicales libres que afectan las células de los tejidos.

Factores como la genética, la edad y dieta son capaces de manifestar enfermedades relacionadas con la próstata y la hiperplasia prostática benigna (HPB) (Morgia, 2009).

Los confites a base de gelatina, especialmente elaborados de forma artesanal, poseen aminoácidos no esenciales y permiten incorporar antioxidantes, vitaminas, minerales, etc. (Madrigal et al, 2020), por lo que, se ha orientado nuestro estudio, hacia el desarrollo de un alimento con edulcorantes de bajo poder calórico, para aportar en la

disminución del problema de la obesidad y diabetes, y que aporte sustancias antioxidantes que podrían ayudar a mejorar la incidencia de cáncer en personas de edad superior a los 40 años.

Los antioxidantes podrían verse afectados por la presencia de aire, temperatura, entre otros factores, por lo que, se realizará un estudio de velocidad de degradación, durante el almacenamiento.

### **1.3. Planteamiento del problema**

En el mundo, la muerte por cáncer crece de forma acelerada, convirtiéndose en una de las barreras que impide aumentar los años de esperanza de vida. En el año 2020 se produjeron 19,3 millones de nuevos casos de cáncer con un desenlace fatal de 10,0 millones de muertes. Se estima que para el 2040 la carga mundial de cáncer sea de 28,4 millones más (Solca, 2022)

Estudios efectuados en Ecuador, la década pasada, contabilizó 12.424 tumores, en donde, el 44 % pertenece a hombres y un 56 % a mujeres. Identificando la mayoría de estas enfermedades cancerosas por cada 1.000.000 habitantes hombres como: cáncer de próstata 66,7; cáncer de piel 40,7; cáncer de estómago 20,7; linfomas 17,1; cáncer de colon y recto 13,6; leucemias 9,3; cáncer de tiroides 7,9; cáncer de pulmón 7,7; cáncer de hígado 6,8; cáncer de vejiga 6. En mujeres: cáncer de mama 41, cáncer de tiroides 40,6, cáncer de piel 37,5, cáncer de cérvix 18,5, cáncer de estómago 14,5, cáncer de colon recto 12,4, linfomas 12,1, cáncer de ovario 8,3, cáncer de pulmón 6,7, leucemias 6,7 (Auz Fierro y Brito Chasiluisa, 2018).

En Quito, existe un incremento sostenido de mortalidad por cáncer, este aumento es producto, en parte, por la transformación demográfica que, desde 1985 a 2017 se ha duplicado y envejecido (Solca 2022)

Por otro lado, se estima que, en el planeta, 352,1 millones de personas padecen prediabetes, estimando los 531,6 millones de personas con diabetes para el año 2045. Del 75 % de pacientes con afecciones de arteria coronaria, el 50 % padecen diabetes, el 25 % prediabetes, y el 20 % no tienen diagnóstico (Standl et al., 2019).

Diversos estudios demuestran que el consumo de alimentos con altos porcentajes de antioxidantes puede favorecer la integridad celular de quienes los consumen, no obstante, los alimentos saludables disponibles en el mercado, pueden contener una cantidad limitada o insuficiente de antioxidantes, cuyo potencial puede reducirse en el tiempo dependiendo del tipo de antioxidante y las condiciones de almacenamiento.

Por estas razones, en este estudio se evaluó la estabilidad de antioxidantes, en un suplemento alimenticio, enfocado a reducir problemas de salud en el segmento de interés. Se estudió la estabilidad de carotenos y vitamina C, en un suplemento de gelatina, con el fin de determinar la cinética de degradación durante el tiempo de vida útil del alimento desarrollado.

Adicionalmente, este producto es de bajo poder calórico, lo cual podría contribuir a la reducción de la obesidad y la diabetes.

#### **1.4. Hipótesis o preguntas de investigación**

H<sub>0</sub>: Los carotenos y vitamina C no se degradarán durante el almacenamiento (8°C) de un suplemento de gelatina, de bajo poder calórico.

H<sub>1</sub>: Los carotenos y vitamina C se degradarán durante el almacenamiento (8°C) de un suplemento de gelatina, de bajo poder calórico.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

- Determinar la cinética de degradación de carotenos y vitamina C en un suplemento vitamínico, de bajo poder calórico.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un suplemento vitamínico de bajo poder calórico empleando como antioxidantes: carotenos (astaxantina) y vitamina C, y como edulcorantes: fructosa o sucralosa.

- Seleccionar la mejor formulación desde el punto de vista sensorial, para la elaboración de un suplemento vitamínico de gelatina.
- Determinar el coeficiente de cinética de degradación de los carotenos y la vitamina C en el suplemento vitamínico elaborado, almacenado a temperatura de 8 °C.

## **2. CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Alimentos funcionales**

En el mundo las personas están cada vez más interesadas en la salud y en las enfermedades prevenibles como el cáncer, osteoporosis, entre otras, las cuales están asociadas con la dieta alimenticia (Flores, 2017), existiendo una gran tendencia hacia la ingesta de alimentos saludables (Cámpora, 2016).

Existe gran cantidad de investigaciones que relacionan los problemas nutricionales y trastornos crónicos con la falta de consumo de estos alimentos. Cuando hablamos de un alimento funcional nos referimos a aquel que, a más de aportar nutrientes elementales, contribuyen con uno o más compuestos que ayudan positivamente en las funciones fisiológicas de quienes lo consumen. (Arias et al., 2018).

### **2.2. Antioxidantes**

Los antioxidantes son de vital importancia en el sistema inmunológico, ya que su química contribuye como método de defensa natural (Reddy, 2022).

Los organismos poseen enzimas antioxidantes que operan junto con una red de metabolitos, con el fin de defender a las células como: el ADN, proteínas y lípidos del daño producido por el óxido. A pesar de que los alimentos antioxidantes deben formar parte de una dieta rica en nutrientes, aun no existe evidencia científica completa, que dichos alimentos o suplementos ayuden a prevenir enfermedades. Así pues, los antioxidantes también son usados como un tipo de conservante en alimentos congelados, productos industriales, combustibles y lubricantes. (Prof. V. V. Nimbalkar et al., 2022)

Normalmente los antioxidantes sintéticos que se usan para preservar alimentos son: el hidroxitolueno butilado y el hidroxianisol butilado, sin embargo, hoy en día la mejor alternativa y preferida por los compradores es todo aquello natural, por lo cual se ha optado por antioxidantes fenólicos, para evitar la propagación de la auto-oxidación, así como de la vitamina E liposoluble y los extractos de plantas. La eficacia

antioxidante natural, normalmente proviene de los ácidos fenólicos, diterpenos fenólicos, flavonoides y compuestos volátiles, aceites, pigmentos vegetales, el té y el extracto de semillas (Brewer, 2011)

Los radicales libres son originados gracias a la exposición a la radicación, contaminación ambiental y subproductos de medicinas metabolizados, se clasifican en: antioxidantes, exógenos y endógenos. Los antioxidantes, reducen el desarrollo de afecciones como: cáncer, diabetes, inflamaciones, enfermedades hepáticas, envejecimiento, catarata, nefrotoxicidad (Neha et al., 2019).

Un antioxidante es una molécula que evita la oxidación en cadena de otras moléculas. El cuerpo de los seres humanos produce antioxidantes, llamados antioxidantes endógenos, para contrarrestar el daño que cause la oxidación del mismo cuerpo. Sin embargo, esta producción disminuye conforme la edad de la persona aumenta, la cual, encuentra su ayuda en los antioxidantes exógenos, proveniente de los alimentos, que trabajan en conjunto con los antioxidantes endógenos, a fin de mantener un balance de la reacción redox del cuerpo. Como ejemplo de antioxidantes exógenos, son: carotenoides, vitamina A, C, E, minerales (cobre, zinc, magnesio), flavonoides, indoles, polifenoles, etc. (Salim et al., 2022).

### **2.3. Carotenos**

Los carotenos son pigmentos naturales de color amarillo o rojo, presentes en frutas o verduras, que forman una gran cadena de dobles enlaces, responsables del color y su mecanismo antioxidante (Hacke et al., 2022).

Son compuesto tetraterpenoides importantes para defender a las células, los cuales se pueden obtener tanto de plantas como de animales, pero su mayor concentración se encuentra en plantas, de ahí se deriva los beneficios que se obtienen al consumir frutas y verduras, siendo los carotenoides más usuales el  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína, zeaxantina, crocina. La facilidad en su consumo se debe a sus colores amarillo, rojo y anaranjado (Priyadarshini Pradhan et al., 2022). Los carotenoides

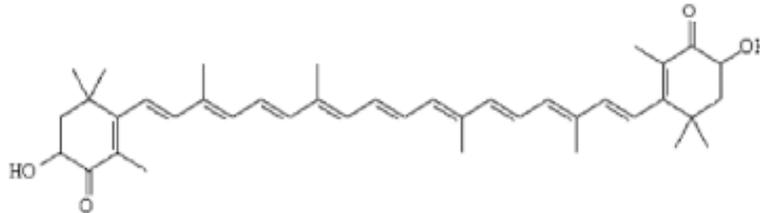
pueden romperse con la oxidación, mediante reacciones específicas, modificando el sabor de los alimentos(Zhang et al., 2022)

Varios estudios se han llevado a cabo para extraer productos carotenoides naturales. Ejemplo: Le et al. (2022) separaron 14 cepas bacterianas marinas creadoras de pigmento amarillo, rojo y naranja, de 25 ejemplares de agua de mar recogidas a lo largo de las costas de Phu Quoc, Vung Tau, Can Gio, Thang Binh .

#### 2.4. Astaxantina

La astaxantina es un carotenoide que se clasifica dentro de la serie fitoquímica de la xantofila y de los terpenos. Su fórmula es  $C_{40}H_{52}O_4$

Gráfico N° 1 Estructura química de la astaxantina



Fuente: Gil Ángel, 2017

Este pigmento liposoluble coloreado dota de color a carnes como la del salmón o a los langostinos. Se trata de un compuesto natural que en teoría, cuenta con diversos beneficios para la salud humana y aplicaciones nutraceuticas (Sánchez, 2019.).

La astaxantina de origen natural es uno de los pigmentos carotenoides con importantes aplicaciones en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética, debido a sus grandes propiedades dentro de las que se destaca su gran poder antioxidante, efecto preventivo del cáncer, incremento de la respuesta inmune, inhibición de los radicales libres entre muchas otras. (Niño, Rodríguez, Díaz , & Lancheros, 2017)

La astaxantina tiene un uso cada vez más popular como un suplemento dietético destinado al consumo humano, animal y acuícola. La producción industrial de astaxantina proviene de fuentes sintéticas y de origen vegetal o animal. Las tasas más elevadas de astaxantina se encuentran de forma natural en microalgas, diversas

levaduras, el salmón, la trucha, el krill, camarones, cangrejos y crustáceos salvajes (Sánchez , 2019).

## 2.5. Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos que mantienen el funcionamiento del cuerpo humano, las cuales provienen de alimentos, que, actualmente se encuentran tanto los productos alimenticios naturales como en ciertos medianamente procesados.

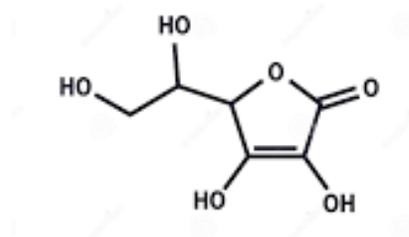
Las nuevas tecnologías persiguen el propósito de mejorar la calidad de vida, como promotoras de salud y metabolismo; aportando, mediante diferentes técnicas, vitaminas en los alimentos que mejoren su vida útil (García Benzal et al., 2022).

Las vitaminas son de vital importancia para el crecimiento celular, debido a que, pueden beneficiar a la capacidad del sistema inmune para combatir el cáncer. (Michael John Dochniak, 2022).

## 2.6. Vitamina C

La vitamina C, también llamada ácido ascórbico, es una vitamina vital para humanos. Su molécula está constituida por  $C_6H_8O_6$ , donde el hidrógeno del grupo hidroxil, confiere el potencial antioxidante Levine et. al., (2020)

Gráfico N° 2 Estructura química de la vitamina C



Fuente: Gil Angel 2017

El ácido ascórbico es un factor reductor ya que dona fácilmente, electrones, a radicales libres reactivos en mamíferos y plantas, siendo así, que los seres humanos dependen de la vitamina C, para la acción de diferentes enzimas, el estado de la salud fisiológica, exposición de infecciones. La ingesta de esta vitamina es recomendable según el sexo y país, en cantidades de 45 a 110 mg/día, con un máximo de 10.000

mg/día. Sin embargo, la vitamina C que se encuentra en suplementos, no debe ser reemplazada con el consumo de frutas y verduras, pues omitir este consumo, aumenta las probabilidades de contraer escorbuto, generalmente en poblaciones aisladas, refugiados, fumadores y ancianos. En cuanto a cifras actuales, la falta de Vitamina C en países desarrollados varía entre el 8% y 19% de la dieta diaria de 60 mg. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las personas que padecen cálculos renales o sobrecarga de hierro deben tener cuidado al complementar su dieta con vitamina C. (Johnston, 2020), esto debido a que puede ser metabolizado a oxalato y podría generar una nefropatía por acumulación de oxalato de calcio (Escamilla et. al., 2023)

Se ha verificado que la vitamina C, es eficiente contra el resfriado común y las infecciones.

## **2.7. Edulcorantes**

Como antecedente, la literatura sobre edulcorante alude, a que la ingesta de bebidas azucaradas se relaciona con un déficit en el semen de los hombres, pues, estudios realizados sobre roedores advierten que existe una relación ingesta-reacción entre el consumo de sacarina o aspartamo, edulcorantes artificiales y el correcto funcionamiento de los espermatozoides y testículos. Para lo cual se realizó un estudio basado en estadísticas de la Cohorte de Programación Fetal de la Calidad del Semen, que contabilizó 1.047 hombres jóvenes de edad promedio a los 19 años. Jóvenes que aportaron información sobre su dieta, salud y una muestra de semen. Por lo que la relación entre bebidas azucaradas con edulcorantes y el semen, se examinó mediante un modelo de regresión binominal negativo multivariable, el cual tuvo un efecto limitado sobre la calidad del semen. (Meldgaard et al., 2022)

Los edulcorantes artificiales se encuentran tomando la batuta en la industria alimentaria, observaciones de aprendizaje automático han suministrado directrices que pronostican el dulzor, sin embargo, estos métodos aún se encuentran en desarrollo, por ejemplo, se conoce que la cantidad de átomos de nitrógeno como otorgante de enlaces de hidrógeno en moléculas que puedan desempeñar el rol de endulzar. De esta forma,

se pueden diseñar nuevos modelos que dependan de la estructura molecular y el dulzor. (Lee et al., 2022)

La importancia de estudiar beneficios de las bebidas endulzadas bajas en caloría o con edulcorantes, se generan por la inquietud de las dietas en las cuales no recomiendan el uso de estas bebidas sino de agua, pues no existe evidencia del aporte que tenga sobre el cuerpo o a su vez si pudiera o no mejorar los agentes de riesgo cardio-metabólicos. El autor estudia los agentes de riesgo cardio-metabólico en adultos con y sin diabetes, para lo cual se realizó una expedición en Medline y el Registro Cochrane Central de Ensayos controlados desde el inicio hasta el 26 de diciembre de 2021, dando como resultado que un aproximado de 1.733 adultos padece de obesidad. (McGlynn et al., 2022)

En razón a las afecciones sobre la salud causadas por las bebidas azucaradas, a nivel mundial se incluyen impuestos agregados a su valor, es por ello por lo que, la aceptación que tiene en la región Europea de la Organización Mundial de la Salud ha sido deficiente.

Pues varios países al tratarse de un problema social han optado por diferentes políticas públicas entorno a la salud, como es el caso del siguiente estudio. Se compendian los datos de impuestos de alrededor de 10 países Bélgica, Finlandia, Francia, Hungría, Irlanda, Letonia, Mónaco, Noruega, Portugal y el Reino Unido, en donde el Fisco optaba por usar el método de impuestos indirectos, con bases imponibles que varían dependiendo de la localización geográfica, lo que causaba que se aumenten el porcentaje de ingresos del Estado. Lo cual llega a la conclusión de que, el Estado desempeña un papel fundamental en el momento de crear políticas públicas, que apoyen al financiamiento del fisco, y que a la vez superen las barreras de enfermedades que afectan a su población. (Thow et al., 2022).

A su vez el consumo de bebidas azucaradas, aumentan el peligro de resistencia a la insulina, que resulta en un escenario fatal en cuanto a la supervivencia de la persona. Para lo cual el autor se guía en un estudio sobre la mortalidad en mujeres con cáncer de mama en concordancia con el consumo de bebidas azucaradas y endulzadas

artificialmente. Para el experimento se distinguió a 8.863 mujeres con cáncer en etapa I a III, en donde las pacientes llenaron una serie de preguntas propuestas por Estudio de Salud de Enfermeras, enfocadas a su dieta, durante cuatro años hasta su muerte. Lo cual dio como resultado que aquellas mujeres que consumían con mayor frecuencia bebidas azucaradas tuvieron una mortalidad superior, específicamente afectadas por el cáncer de mama, sin embargo, es importante recalcar, que el cambio de ingesta de una bebida azucarada vs una con edulcorantes, no causó mayor variabilidad en el resultado. (Farvid et al., 2021)

La falta de mecanismos de evaluación imposibilita la cuantificación de la ingesta de azúcares añadidos en comparación con el azúcar dietético. Un consumo de bebidas azucaradas se relaciona con una dieta deficiente, mientras que, como alternativa más saludable se considera la ingesta de bebidas azucaradas bajas en calorías, asimismo se relaciona con una mayor exposición de disfunción metabólica. (Muli et al., 2021)

## **2.8. Efecto de los antioxidantes contra el cáncer**

“Las vitaminas tienen propiedades antioxidantes y un efecto preventivo al cáncer, las recomendaciones actuales se basan en la eficacia de una dieta saludable, con la reducción del riesgo de cáncer” (Zermeño, González , Díaz, Gaytán , & Gallegos , 2020, p. 25).

La capacidad antioxidante se refiere a la habilidad que tiene la molécula de captar el electrón desapareado del orbital externo de los radicales libres, disminuyendo el estrés oxidativo, es decir, disminuyendo la cantidad de especies oxidantes como las especies reactivas de oxígeno. (Rabanal & Medina , 2021, p. 7)

Es importante señalar, que la antocianina es ampliamente utilizada en las diferentes industrias por su alto poder antioxidante en la salud humana, es decir, pueden inhibir a los radicales libres que dañan a las biomoléculas importantes como lípidos o proteínas oxidadas. (Rabanal & Medina, 2021)

## 2.9. Inflamación

La inflamación es una medida de protección cuando se producen lesiones e infecciones, isquemia, deficiencia genética, factor químico, entre otros. Por lo que, apoya a desaparecer el motivo primero de la lesión, las células y tejidos en mal estado que afecten a una herida. La reparación del tejido lesionado está ligada con el tamaño del daño; por consiguiente, la falta de inflamación. Una infección, no podría ser controlada, ni la herida podría cicatrizar o restaurar tejidos. A su vez, una intensa inflamación podría causar inconvenientes en el desarrollo de condiciones, como el desarrollo de aterosclerosis y cáncer, debido a los factores dañinos. (Gopalan & Kirk, 2022)

Varias demostraciones, prueban que el concepto de inflamación crónica, se relación con el riesgo de cáncer. Las acciones inflamatorias desempeñan un papel fundamental en las etapas de un tumor, desde su inicio, desarrollo, invasión hasta llegar a la metástasis. A su vez, también afecta a las acciones inmunológicas dentro de la terapia. Pues las células inmunitarias tienen un tipo de comunicación con las células cancerígenas. (Mackenzie, 2022)

Los procesos inflamatorios de la próstata se relacionan con el desarrollo de afecciones en el tracto urinario inferior, estudios recientes comprueban que la osteopontina; una citocina profibrótica, pulula en la próstata, pues su secreción es producida por citocinas inflamatorias, que consiguen la fibrosis. Para el estudio demostrado por el autor, se buscaba investigar si la osteopontina, es capaz de ayudar con la inflamación y fibrosis presentes en la próstata de un ratón. Con lo que después de ocho semanas, se pudo demostrar que falta de osteopontina provocó una mengua en la inflamación y fibrosis de la próstata, por lo que el bloqueo genético de la osteopontina facilita la recuperación de la próstata. (Popovics et al., 2021)

La próstata crónica, es una enfermedad general de la próstata, que tiene efectos en la vida sexual del hombre. Teniendo como principal padecimiento infecciones del tracto urinario producida por microorganismos. Para lo cual se han desarrollado varios estudios, como el desarrollado por el autor, en el cual se propuso evaluar los valores

seminales relacionados con diferentes condiciones, como; estilo de alimentación, entrenamiento, infecciones urogenitales, entre otras, asociadas con síntomas de próstata crónica. Para lo cual, contó con la ayuda de 46 voluntarios, con infecciones asintomáticas y 30 voluntarios con próstata crónica. Mediante una serie de preguntas, se recolectaron datos sobre sus síntomas urinarios, dolor, vida, salud sexual, etc. Así pues, se encontró que la próstata crónica causaba una mala formación de los espermatozoides, bajando los niveles de óxido nítrico sérico; infecciones por gonorrea (gonorrhoeae), disfunción eréctil y eyaculación precoz, incluyendo ansiedad, depresión, y demás enfermedades que afectaban el estilo de vida de los pacientes. Alteraciones que producen variaciones en la microbiota genitourinaria, facilitando la transmisión de infección durante el sexo. (Puerta Suárez et al., 2022)

La conexión entre la inflamación de la próstata y el cáncer de próstata no es completamente estudiada, sin embargo, la literatura, alude a que el precedente de la prostatitis crónica puede estar conectada con el inicio del cáncer de próstata, a pesar de que, otros autores enlazan la inflamación como un posible agente protector contra el cáncer de próstata; incluso algunos de ellos, se atreven a decir, que la inflamación crónica se correlaciona con alguna enfermedad considerada menos agresiva.

La prostatitis se divide en: inflamación prostática aguda bacteriana, inflamación prostática crónica bacteriana, prostatitis abacteriana e inflamación prostática crónica.

La inflamación prostática normalmente no es considerada dentro de los informes anatomopatológico de las biopsias de la próstata, por lo cual el autor recomienda que los detalles de la biopsia deben constar obligatoriamente dentro de dichos informes, debido a que, serían de gran ayuda al estudiar la biología del cáncer de próstata con un enfoque terapéutico. (Tafari et al., 2021)

La prostatitis, es un vocablo que contiene a todas las enfermedades de la próstata, desde la prostatitis inflamatoria asintomática, hasta llegar a la prostatitis bacteriana y síndrome de dolor pélvico crónico. La prostatitis no se concentra en un sector específico de la población, por lo que afecta a todas las edades, pero es as común en hombres jóvenes. Por lo que se considera y es una de las razones por las cuales se

ha incrementado la visita de jóvenes adultos al especialista (urólogo), tras una biopsia de próstata o un ultrasonido transrectal. (Salji et al., 2019)

El cáncer de próstata es mal que afecta a la mayor parte de hombres a nivel mundial, pues la inflamación es una impronta distintiva del cáncer, y se muestra con regularidad en la próstata, sin embargo, se reconoce que existen varios factores de riesgo, dependiendo del tipo del cáncer al que se enfrente, su característica molecular y la etapa del cáncer.

Los tratamientos clínicos actuales, considera que los agentes de riesgo son modificables, pues pueden variar dependiendo del modo de vida, lo que es una motivación para buscar estrategias que fortalezcan los tratamientos y prevención del cáncer de próstata. (Huang et al., 2022)

La inflamación prostática involucra a la infiltración patológica de la próstata por células inflamatorias. Por lo que es una compleja cadena de enfermedades infecciosas crónicas, acompañadas del síndrome del dolor pélvico e inflamación asintomática; predominante en la población con un aproximado del 12%. (Galosi et al., 2017)

## **2.10. 2.10. La obesidad**

Un exceso de consumo de azúcar en la dieta diaria es la causa de obesidad, considerada ya como una pandemia a nivel mundial cuya consecuencia se traduce en diabetes e hipertensión arterial, llevando a las personas a sufrir enfermedades cardiovasculares e insuficiencia renal crónica. (Mejía, 2019)

Estudios contemporáneos asocian el posible consumo excesivo de azúcares añadidos e hidratos de carbono con el elevado índice glucémico y su relación con enfermedades crónicas no transmisibles. A la par instituciones de todo el mundo han ido asumiendo esa relación, sugiriendo restringir los niveles de azúcar en la dieta. (Rodríguez,2017)

Las proyecciones para la década que estamos atravesando, indican que, entre personas mayores de 15 años, seis de los países latinoamericanos que tendrán mayores

índices de obesidad en el mundo son: Venezuela, Guatemala, Uruguay, Costa Rica, República Dominicana y México, siendo México el que ocupe el tercer lugar según la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Caravali, 2016)

### **2.11. Suplementos alimenticios**

Llamados también complementos alimenticios, corresponden a los productos alimenticios en los cuales el principal fin es el de complementar la dieta diaria normal, son fuentes concentradas de micronutrientes, nutrientes y otros componentes que generan un efecto nutricional o fisiológico, los cuales se comercializan de tal forma que permita una dosificación controlada del producto, siempre con la condición de consumir en pequeñas dosis unitarias (Gil, 2010)

La norma técnica ecuatoriana, Suplementos alimenticios. Requisitos NTE INEN 2983-2015, en sus definiciones indica que, un suplemento alimenticio es aquel producto que tiene como propósito el complementar la dieta normal y a la vez ser una fuente de elementos nutritivos de manera concentrada, estos nutrientes pueden presentarse de manera sólida como comprimidos, polvos, geles, y; líquidos como soluciones, gotas, ampollas.

### **2.12. 2.12. Proceso tecnológico de elaboración de confites**

Para la elaboración de gomitas, se puede considerar: 10% de Gelatina, 50% de Azúcar; 10% de Glucosa líquida; 0.5 % de Ácido cítrico, 0.1 % de Colorante, 4.3 % de Saborizante, 0.1 % de conservador y 25% de Agua purificada.

Pero para la preparación de gomitas nutritivas y/o funcionales, se sustituirán diversos componentes y se adicionará intencionalmente una cantidad extra de Vitamina C, otro tipo de antioxidantes, también se puede hidratar la gelatina con jugo de frutas o verduras en reemplazo del agua purificada, finalmente se recomienda sustituir total o parcialmente el azúcar por un edulcorante como es la Stevia, que endulza de 300 a 450 veces más que el azúcar. (Madrigal, 2020), o con sucralosa que tiene un poder endulzante de 600 veces más que el azúcar.

### **2.13. Consideraciones importantes para el proceso de elaboración de gomitas**

Las gomitas, son el producto obtenido por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares, entre otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos. Pueden ser simples o recubiertas. (INEN 2017-1,2012)

### **2.14. Características fisicoquímicas y microbiológicas**

Según la Norma técnica ecuatoriana (NTE) del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2217-1:2012, las gomas deben cumplir los requisitos fisicoquímicos de humedad máximo 25% y sacarosa máxima 50%. La misma norma menciona que en el aspecto microbiológico, el nivel de aceptación debe ser en UFC

Coliformes fecales/g <3

Mohos y levaduras, UFC/g:  $3,0 \times 10^2$ .

### **2.15. 2.15. Cinética de degradación de cero, primer y segundo orden**

Cedrón (2011) en el apartado de cinética química, manifiesta que la ley de velocidad nos ayuda a calcular la concentración de una sustancia luego de un tiempo definido, para calcular la concentración de un reactivo luego de un tiempo determinado, debemos conocer el orden de la reacción, de donde se tiene las reacciones de orden cero, primer orden y segundo orden.

Las reacciones de orden cero, corresponden cuando la velocidad no depende de la concentración del reactivo, entonces se convierte en una constante durante la reacción.

$$[A] = -kt + [A]_0$$

Las unidades de la constante de velocidad serán:  $Mt^{-1}$

Mientras que las reacciones de primer orden, obedecen a la ecuación diferencial

$$\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$$

Cuyas unidades de la constante de velocidad es  $t^{-1}$

Finalmente, las reacciones de segundo orden, responden a la ecuación diferencial

$$1/[A] = kt + 1/[A]_0$$

Las unidades de la constante de velocidad son:  $M^{-1}t^{-1}$

En donde:

**A**= Concentración del reactivo

**k**= Constante de velocidad

**t**= tiempo

**M**= Molaridad

### **3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Este proyecto consideró la elaboración de un suplemento a base de gelatina natural sin sabor, con la incorporación de antioxidantes como son el ácido ascórbico o vitamina C y la astaxantina, que es un carotenoide proveniente de algas marinas, siendo elementos de las variables independientes en la concentración en cada uno de los tratamientos; y como variable dependiente la estabilidad de los antioxidantes desde el tiempo cero con análisis en intervalos de 7 días; esto a partir de la selección del mejor tratamiento mediante evaluación sensorial con escala hedónica de cinco puntos.

La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi y en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, las evaluaciones sensoriales se llevaron a cabo con estudiantes de Ciencias de la Salud (evaluadores semi entrenados) de la Universidad Internacional del Ecuador.

#### **3.1. Enfoque de la investigación**

Esta investigación tuvo el carácter cualitativo y cuantitativo, el primero ya que se determinó el mejor tratamiento mediante evaluación sensorial con escala hedónica que identifica características organolépticas las cuales permiten escoger el mejor tratamiento en base a su aceptación; y cuantitativo puesto que se realizaron una serie de análisis de laboratorio que permitieron determinar ciertos parámetros físicos, químicos, microbiológicos y especialmente de estabilidad de antioxidantes.

#### **3.2. Tipo de investigación**

Se realizó los tipos de investigación exploratoria, descriptiva, explicativa, bibliográfica y fundamentalmente experimental. El tipo de investigación exploratoria ayudó a identificar un tema de interés para la carrera de Agroindustria que vaya articulado a sus líneas de investigación. También se utilizó la investigación descriptiva que propone los procesos, propiedades, características, cantidades para la fabricación de las gomitas de gelatina. Mientras que la investigación explicativa ayudó a explicar los cambios, resultados y otros elementos resultados de los procesos, interacciones y análisis de laboratorio. También la investigación bibliográfica aportó con información

anterior y fundamentos científicos referentes a los temas de estudio obtenidos de fuentes confiables en lo posible de no más de siete años. Por último y quizás la más importante en el presente proyecto fue la investigación experimental que permitió examinar todos los factores en estudio y los resultados a partir del producto terminado, considerando la articulación de las variables independientes y las variables dependientes, apoyados por diseños estadísticos propios para este tipo de investigaciones.

### **3.3. Métodos teóricos y empíricos**

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2014), “Esta aproximación se vale de la lógica o razonamiento deductivo, que comienza con la teoría, y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas “hipótesis” que el investigador somete a prueba” (p. 39). En ese sentido, la investigación deductiva se basa en argumentos generales para explicar o establecer hechos específicos dentro del campo analizado.

Además el método deductivo “Infiere de supuestos ya establecidos de teorías generales anteriores” (González, Lavín, & Curiel , 2003, p. 44). Es decir busca fundamentar sus hipótesis mediante leyes o principios ya determinados con la finalidad de indagar a profundidad y dar una respuesta o solución al problema identificado.

El método deductivo es el que se utilizó en este proyecto de investigación, el cual nos ayudó a entender el fenómeno de estudio que permitió plantear las hipótesis a este fenómeno y la deducción de los resultados o consecuencias producto del planteamiento de estas hipótesis, los que fueron comprobados con la aplicación experimental.

### **3.4. Técnicas e instrumentos**

Es importante denotar que la observación es un método para recolectar información por lo cual, Según Retegui (2020) la observación como método posibilita conocer el terreno donde se desarrolla el objeto de estudio; contactar fuentes primarias, que en una primera instancia quedan fuera del muestreo seleccionado; como respaldo de los datos aportados por los entrevistados y para sumar nuevos interrogantes y

aspectos no contemplados en la búsqueda inicial. (p. 4) Esto señala que la presente técnica permite tener detalles o mayor número de datos de manera concreta sobre el comportamiento de los sujetos a ser analizados.

Al mismo tiempo la observación conlleva prestar atención a los detalles y establecer preguntas las mismas que den una solución a la investigación “Los principales objetivos de la observación son: examinar y reconocer contextos y diferentes aspectos de la vida social; describir estos ambientes y contextos, interpretar las interacciones sociales que caracterizan a un grupo de individuos (Lincoln y Guba,1985) (Alonso, y otros, 2017, p. 415).

Se utilizó las técnicas de la observación y lectura científica asociada a la investigación experimental propuesta, en tanto que el instrumento usado fueron los registros de datos que permitieron organizar la información de los diferentes tratamientos.

### 3.5. Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental de tipo AxB, según el modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + Ai + Bj + AB ij + Rk + Eijk$$

Donde:

$i$  = observaciones por cada uno de los tratamientos =  $n$

$j$  = tratamientos =  $k$

$i$  = factor A

$j$  = factor B

$k$  = interacciones

**E** = error aleatorio

Los factores y niveles de estudio fueron los que se muestran a continuación, resultando los tratamientos que se muestran en la Tabla N° 1

- Las cantidades de antioxidante se dosificaron de acuerdo con el valor diario recomendado (VDR) para niños de más de 5 años y adultos (NTE INEN 1334-3: 2011).
- La cantidad de edulcorante se dosificó a fin de reemplazar la cantidad que se podría emplear de sacarosa, en base al poder edulcorante de la fructosa, o sucralosa.
- ***Variables independientes:***

**Factor A:** Tipo de antioxidante.

a1: Vitamina C 900 mg/100g

a2: Carotenos 300 mg/100g

a3: vitamina C 450 mg/100g; Carotenos 150 mg/100g

**Factor B:** Tipo de edulcorante

b1: fructosa (PE 1:1,5 → 15,00%)

b2: sucralosa (PE 1:600 → 0,035%)

- ***Variables dependientes:***

Variación de carotenos durante el almacenamiento del producto.

Variación de vitamina C durante el almacenamiento del producto.

Tabla N° 1 Tratamientos en estudio

Tratamiento	Nomenclatura	Descripción
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Vitamina C 900 mg/100g*Fructosa PE: 1,5:15%
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Vitamina C 900 mg/100g*Sucralosa PE: 600: 0,035%
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Carotenos 300 mg/100g* Fructosa PE: 1,5:15%
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Carotenos 300 mg/100g* Sucralosa PE: 600: 0,035%
T5	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Vitamina C 450 mg/100g; Carotenos 150 mg/100g * Fructosa PE: 1,5:15%
T6	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Vitamina C 450 mg/100g; Carotenos 150 mg/100g * Sucralosa PE: 600: 0,035%

Elaborado por: Graduando.

### 3.6. Proceso de elaboración del suplemento vitamínico

#### a) Preparación del área de proceso.

Se revisó que el área de procesamiento, así como los equipos, instrumentos y utensilios estén completamente limpios y desinfectados.

#### b) Pesado.

Se pesaron las materias primas en base a la formulación planteada (Tabla N° 2).

#### c) Hidratación.

Se hidrató la gelatina con agua a temperatura ambiente (20°C ± 2°C).

#### d) Mezcla.

Se agregó con agitación constante la gelatina hidratada, al edulcorante el conservante y agua pasteurizados.

**e) Cocción.**

En un recipiente de acero inoxidable, se calentó la mezcla a  $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos.

**f) Incorporación de antioxidantes y sabor.**

Se redujo la temperatura de la mezcla ( $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ), se incorporó la vitamina C, el caroteno y el sabor natural, (en las cantidades respectivas según cada formulación) y se agitó por 5 minutos.

**g) Moldeo.**

La mezcla se colocó en moldes, evitando que la temperatura disminuya por debajo de los  $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

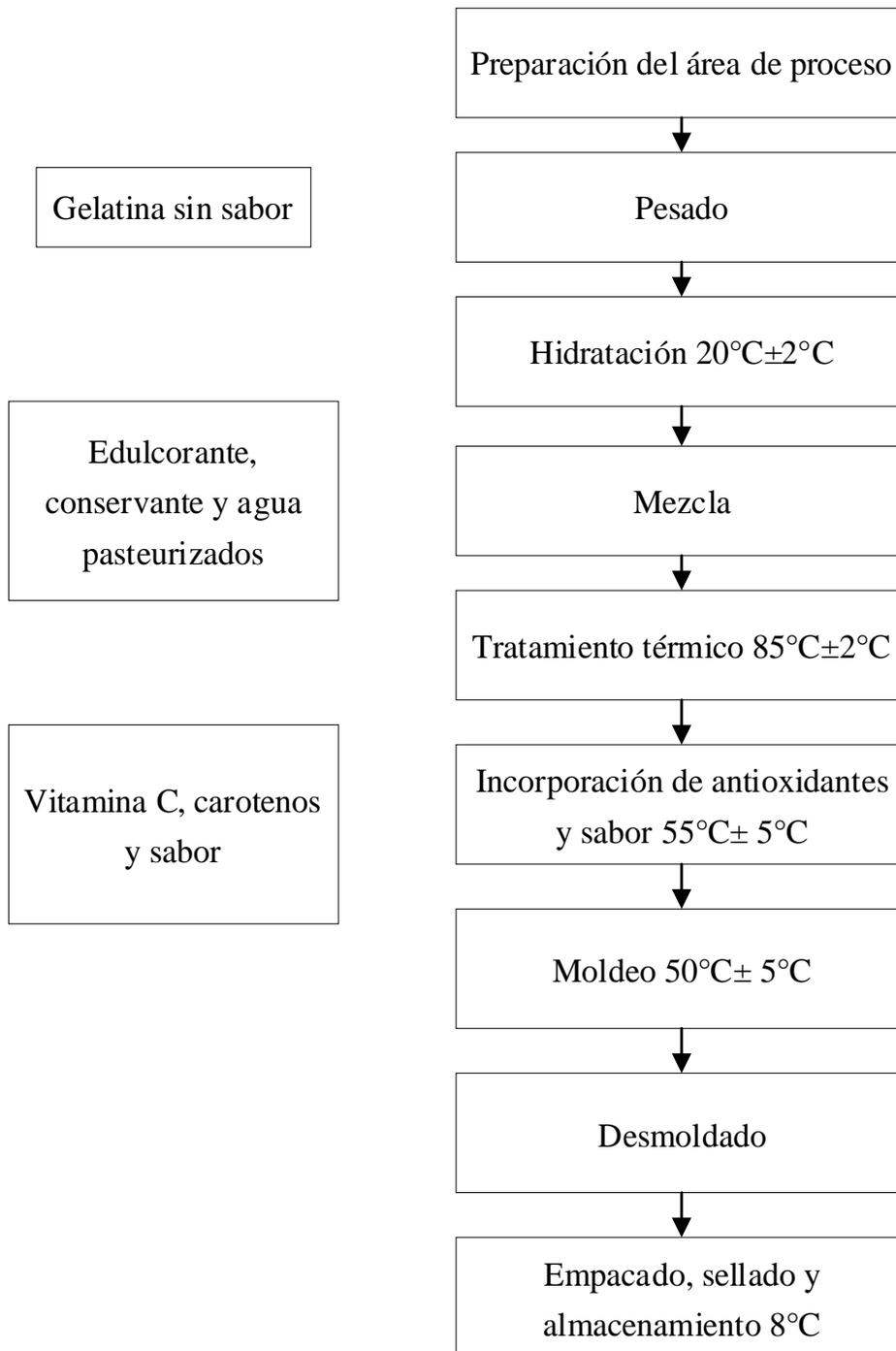
**h) Desmolde.**

Una vez frío el producto, se retiró de los moldes.

**i) Empacado, sellado y almacenamiento.**

Se colocó el producto en fundas bi capa de polietileno de baja densidad y aluminio para protegerlo de la luz, aire y calor, y se procedió a sellarlas. Se almacenó a  $8^{\circ}\text{C}$  para su estudio.

**Gráfico N° 3** Diagrama de flujo del proceso aplicado para la elaboración del suplemento vitamínico de bajo poder calórico.



**Tabla N° 2** Formulación completa aplicada en cada tratamiento.

<b>Ingrediente</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
Gelatina	59,015	73,980	59,615	74,580	59,315	74,280
Agua	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Fructosa	15,000	-	15,000	-	15,000	-
Vitamina C	0,900	0,900	-	-	0,450	0,450
Carotenos	-	-	0,300	0,300	0,150	0,150
Sucralosa	-	0,035	-	0,035	-	0,035
Sorbato de potasio	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Sabor natural menta	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
<b>TOTAL</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>

**Elaborado por:** Graduando.

### **3.7. Materias primas, reactivos y equipos**

- Gelatina
- Agua
- Fructosa
- Vitamina C
- Carotenos (astaxantina)
- Sucralosa
- Sorbato de potasio
- Sabor natural menta
- Frasco pesa sustancias
- Erlenmeyer

- Probeta
- Bureta
- Agitador de vidrio
- Vaso de precipitación
- Pipetas serológicas
- Petri film
- Agua destilada
- Solución peptona
- Butil hidroxitolueno (BHT)
- Etanol 95%
- Hidróxido de potasio (KOH)
- Agua milli-Q
- n-hexano
- Ácido ascórbico 0,01 N
- Ácido oxálico 0,4%
- 2,6 diclorofenolindofenol sal sódica ( sol. Acuosa aprox 1/1000)
- Baño de agua
- Agitador vortex
- Termomixer
- Centrífuga
- Espectrofotómetro
- Balanza analítica sensibilidad al 0,1 mg
- Autoclave
- Incubador
- Cuenta colonias
- Envase bicapa: polietileno de baja densidad/aluminio

### 3.8. Análisis sensorial

Una vez aplicados los seis tratamientos con dos réplicas, para la elaboración del suplemento, se procedió a la evaluación sensorial, con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento, el mismo que posteriormente fue sometido al estudio de estabilidad de vitaminas y calidad microbiológica. Previo a la evaluación sensorial, se realizó una capacitación a los catadores acerca de la manera apropiada de evaluar suplementos alimenticios y confites, logrando de esta forma contar con un grupo semi entrenado de estudiantes.

Los niveles de la escala hedónica se muestran a continuación.

**Tabla N° 3 Niveles de escala hedónica**

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel de agrado</b>
<b>5</b>	Me gusta mucho
<b>4</b>	Me gusta moderadamente
<b>3</b>	No me gusta ni me disgusta
<b>2</b>	Me disgusta moderadamente
<b>1</b>	Me disgusta mucho

**Elaborado por:** Graduando

La evaluación sensorial se realizó por duplicado, con quince evaluadores semi entrenados

### 3.9. Análisis de carotenos y vitamina C

Se midió el contenido de carotenos (astaxantina) y vitamina C, en el suplemento alimenticio al tiempo 0, y a intervalos de 7 días, manteniendo el producto a 8° C.

### 3.10. Determinación de Carotenos

De acuerdo con el método descrito por Sanusi & Adebivi (2009) y Pacheco et. al., (2020), con ligeras modificaciones, se diluyó 0,5 g del alimento con 5 mL de butil hidroxitolueno (BHT) en etanol del 95 % de concentración (1:100, p/v). Se colocó la mezcla en un baño de agua a 85 °C durante 5 min, se agregó 0,5 mL de KOH al 80 % p/v para la saponificación, se agitó la mezcla con un agitador vortex antes de volver a colocarla a 85 °C durante 10 min. Se añadió 3 mL de agua milli-Q y se colocó en un baño de agua helada. Se añadió 3 mL de n-hexano antes de la centrifugación a  $3,22 \times 10^3 \times g$  ( $4,50 \times 10^3$  rpm en el rotor A4-62, Centrifuga 5804 R), a 20 °C por 5 minutos. Se separó el sobrenadante. Se repitió este procedimiento 3 veces adicionales (volumen total de hexano separado ~12 ml). Se midió la absorbancia usando un espectrofotómetro visible a 450 y 503 nm, usando hexano como blanco. El contenido total de carotenoides (TCC) se determinó en  $\mu\text{g/mL}$ , utilizando la ecuación (1) (Song & Xu, 2013) y luego se expresó como mg/100 g.

$$\text{Carotenos totales} = 4.642 * A_{450} - 3.091 * A_{503}$$

### 3.11. Determinación de vitamina C

#### **Estandarización:**

Se colocó 2 mL de ácido ascórbico 0,01 N en un Erlenmeyer de 250 mL. Se añadió 10 mL de disolución de ácido oxálico al 0,4%. Con una bureta graduada se añadió 2,6 diclorofenolindofenol poco a poco y agitando hasta conseguir un color rojo permanente. Se calculó la relación mL de solución tituladora: mg de ácido ascórbico, teniendo en cuenta que el ácido ascórbico 0,01 N contiene 880 mg de ácido por litro de disolución.

#### **Análisis:**

Se trituró 3 g de la muestra y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Se añadió 10 mL de disolución de ácido oxálico al 0,4 %.

Siguiendo el procedimiento anterior, se valoró esta disolución utilizando el diclorofenolindofenol que antes se había estandarizado.

### **3.12. Análisis microbiológico**

#### **3.12.1. Recuento de coliformes fecales**

Para el análisis microbiológico se utilizó placas petrifilm, una alternativa a las técnicas convencionales, reconocida internacionalmente por la Association of Analytical Communities (AOAC), la misma que equivale a la técnica del requisito de coliformes fecales de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2217:2012

Siguiendo los pasos de la guía del fabricante 3M, se procede de la siguiente manera:

**Preparación de la muestra.** Se pesa 10 gramos de goma y se le incorpora 90 ml. de diluyente estéril de agua peptonada. Homogenizar adecuadamente durante unos tres minutos

**Inoculación.** Colocar la placa de petrifilm para recuento de coliformes fecales en una mesa de superficie plana, lisa y levantar la cubierta superior; con una pipeta estéril tomar un ml. de la dilución de la muestra y colocarla en el centro de la película cuadrículada de la placa petrifilm, bajar con cuidado la cubierta superior de la película evitando atrapar burbujas de aire. Con la parte lisa del disco accesorio generar ligera presión sobre la placa de modo que exista una distribución uniforme del inóculo sobre el área cuadrículada. Esperar al menos un minuto hasta que se solidifique el gel.

**Incubación.** Colocar las placas petrifilm con la cubierta superior para arriba en una incubadora memmert a 35°C +/- 1°C (AOAC 991.14) durante 24 horas.

**Lectura e interpretación de resultados.** Con la utilización de una lupa, proceder a contar las unidades formadoras de colonia, para la interpretación de resultados, las unidades contadas multiplicar por diez; el resultado se expresa en unidades formadoras de colonia UFC/ml con dos cifras significativas.

### 3.12.2. Recuento de mohos y levaduras

Siguiendo los pasos de la guía del fabricante 3M, se procede de la siguiente manera:

Preparación de la muestra. Se pesa 10 gramos de goma y se le incorpora 90 ml. de diluyente estéril de agua peptonada. Homogenizar adecuadamente durante unos tres minutos

Inoculación. Colocar la placa de petrifilm para recuento de coliformes fecales en una mesa de superficie plana, lisa y levantar la cubierta superior; con una pipeta estéril tomar un ml. de la dilución de la muestra y colocarla en el centro de la película cuadriculada de la placa petrifilm, bajar con cuidado la cubierta superior de la película evitando atrapar burbujas de aire. Con la parte lisa del disco accesorio generar ligera presión sobre la placa de modo que exista una distribución uniforme del inóculo sobre el área cuadriculada. Esperar al menos un minuto hasta que se solidifique el gel.

Incubación. Colocar las placas petrifilm con la cubierta superior para arriba en una incubadora memmert a 25°C +/- 1°C (AOAC 997.02) durante 5 días.

Lectura e interpretación de resultados. Con la utilización de una lupa, proceder a contar las unidades formadoras de colonia, para la interpretación de resultados, las unidades contadas multiplicar por diez; el resultado se expresa en unidades propagadoras de mohos UPM/g con dos cifras significativas; y/o unidades propagadoras de levaduras UPL/g. con dos cifras significativas.

Los resultados microbiológicos fueron comparados con los estándares señalados la norma INEN 2217:201. Productos de confitería. Requisitos (Tabla N° 4).

**Tabla N° 4** Requisitos microbiológicos. Gomitas.

Requisito	n	m	M	c
Coliformes fecales, NMP/g	5	<3	-	0
Mohos y levaduras, UFC/g	5	3,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1

n: Número de unidades de muestra

m: Nivel de aceptación

M: Nivel de rechazo

C: Número de unidades defectuosas que se aceptan

**Fuente:** NTE INEN2217:2012. Productos de confitería. Gomitas. Requisitos.

## 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados del Análisis sensorial

La elaboración de las gomas se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Previamente se realizaron pruebas de concentración gelatina/agua para tener una textura manejable, una vez logrado este propósito se prepararon las muestras en base a los 6 tratamientos.

Con las gomas elaboradas, con quince estudiantes de ciencias de la salud de la Universidad Internacional, semi entrenados, se procedió a realizar una evaluación sensorial utilizando una escala hedónica de 5 puntos, y se evaluaron las características color, olor, textura y sabor

### 4.2. ANOVA .

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en programa Info Stat versión libre, 2014, con un diseño en arreglo factorial AXB, y un intervalo de confianza del 95%, para la determinación de diferencias estadísticamente significativas sobre las características sensoriales de color, olor, textura y sabor, en los casos en los que se detectaron diferencias con un valor de  $p < 0,05$  se considera significativo y se procedió a realizar un análisis de de Tukey.

En la tabla N° 5, respecto a la variable color, se evidencia que existe diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ), lo cual demuestra que, al utilizar diferentes formulaciones, afectan a la variable mencionada.

Tabla N° 5 Análisis de varianza color:

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Total</b>	90,50	89			
<b>Tratamientos</b>	30,77	5	6,15	8,65	<0,0001
<b>Error</b>	59,73	84	0,71		

De acuerdo con la tabla N° 6 se establece que los tratamientos 3 y 5 son estadísticamente iguales, ya que se encuentran en el mismo rango (A), sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento es el 3 con una media igual a 4,33

**Tabla N° 6 Test Tukey para el color, alfa = 0,05**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
<b>3</b>	4,33	A
<b>5</b>	4,20	A
<b>6</b>	3,47	A B
<b>4</b>	3,20	B
<b>1</b>	3,07	B
<b>2</b>	2,73	B

En la tabla N° 7 hay diferencia significativa ( $p < 0,0015$ ), en la variable olor, en los tratamientos, respecto al olor, lo que significa que hay una influencia sobre la variable en estudio al variar los componentes en los tratamientos.

**Tabla N° 7 Análisis de varianza olor.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Total</b>	110,90	89			
<b>Tratamientos</b>	22,77	5	4,55	4,34	0,0015
<b>Error</b>	88,13	84	1,05		

La tabla N° 8 nos muestra que el tratamiento 5 se encuentra en el rango A, por lo tanto, corresponde al mejor tratamiento, teniendo en cuenta que el valor medio está cercano al nivel de agrado “Me gusta moderadamente”

**Tabla N° 8** Test Tukey para el olor, alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
<b>5</b>	3,80	A
<b>3</b>	3,33	A B
<b>4</b>	3,07	A B
<b>6</b>	2,80	A B
<b>1</b>	2,47	B
<b>2</b>	2,33	B

Se observa que en la tabla N° 9, en los tratamientos, si existe diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ), en la característica “textura”, dando como aceptada la hipótesis alternativa

**Tabla N° 9** Análisis de varianza textura.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Total</b>	80,50	89			
<b>Tratamientos</b>	22,10	5	4,42	6,36	<0,0001
<b>Error</b>	58,40	84	0,70		

La tabla N° 10 nos muestra dos rangos de significancia, donde el tratamiento 3 es el de mayor preferencia, con una media de 4,73 el cual está posicionado en el rango A; hay que destacar que el valor de la media está muy cercano al nivel máximo de agrado “ Me gusta mucho”

**Tabla N° 10** Test Tukey para la textura, alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
<b>3</b>	4,73	A
<b>5</b>	4,20	A B
<b>2</b>	3,80	B
<b>4</b>	3,53	B
<b>6</b>	3,40	B
<b>1</b>	3,33	B

Respecto al sabor, la tabla N° 11, muestra que hay diferencias estadísticas ( $p < 0,0001$ ) en los tratamientos, lo que ratifica que hay influencia en el sabor al variar los elementos de la fórmula.

**Tabla N° 11** Análisis de varianza sabor

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	80,40	89			
<b>Tratamientos</b>	22,27	5	4,45	6,43	<0,0001
<b>Error</b>	58,13	84	0,69		

La tabla N° 12 muestra que el tratamiento 5 es el mejor, ya que posee una media de 4,60 y está ubicado en el rango A. Se observa que el tratamiento 3 también está dentro de la aceptación en los niveles de agrado ya que puede considerarse dentro del rango A pero con una media mucho menor

**Tabla N° 12** Test Tukey para el sabor, alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
<b>5</b>	4,60	A
<b>3</b>	4,33	A B
<b>6</b>	3,67	B C
<b>4</b>	3,60	B C
<b>2</b>	3,33	C
<b>1</b>	3,27	C

La tabla N° 13 muestra los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, en donde se destacan los tratamientos 5 y 3, en ese orden de importancia, el rango identificado con la letra A es el de mayor aceptación sin que esto indique que alguno de los atributos haya alcanzado el máximo valor de los niveles de agrado.

**Tabla N° 13** Rangos para mejores tratamientos.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Textura</b>	<b>Sabor</b>
<b>5</b>	A	A	-	A
<b>3</b>	A	-	A	-

#### **4.3. Degradación de carotenos y vitamina C**

Una vez identificados los Tratamiento T5 y T3, como los mejores, se procedió a realizar el estudio de degradación del caroteno astaxantina y vitamina C.

En primer lugar se analizó la astaxantina, en base a la información de las tablas 14, 15 y 16, se muestra el comportamiento de este caroteno, en el suplemento de gelatina, en donde se puede evidenciar que la degradación es de 3,75 mg/100g o 1,25%

para el tratamiento T3, y de y 4,78 mg/100g o 3,19% para el tratamiento T5 a los 28 días de almacenamiento

Teniendo en cuenta que el tratamiento T3 solo tiene carotenos, mientras que el tratamiento T5 tiene una combinación de carotenos y vitamina C; se observa mayor degradación en el tratamiento T5, lo que parece señalar, que la vitamina C en combinación con los carotenos no tiene mayor efecto protector antioxidante en el producto elaborado, o también podría deberse a la menor cantidad de carotenos empleada en el tratamiento T5.

**Tabla N° 14** Cantidad de carotenos en los tratamientos T3 y T5

	<b>Tratamiento 3</b>		<b>Tratamiento 5</b>	
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
t (días)	Carotenos (mg/100 g)	Carotenos (mg/100 g)	Carotenos (mg/100 g)	Carotenos (mg/100 g)
0	300,00	300,00	150,00	150,00
7	299,12	299,41	148,65	148,91
14	298,72	298,15	147,86	147,53
21	297,52	297,63	146,22	146,34
28	296,03	296,46	145,26	145,18

**Tabla N° 15** Promedio de degradación de carotenos en los tratamientos T3 y T5

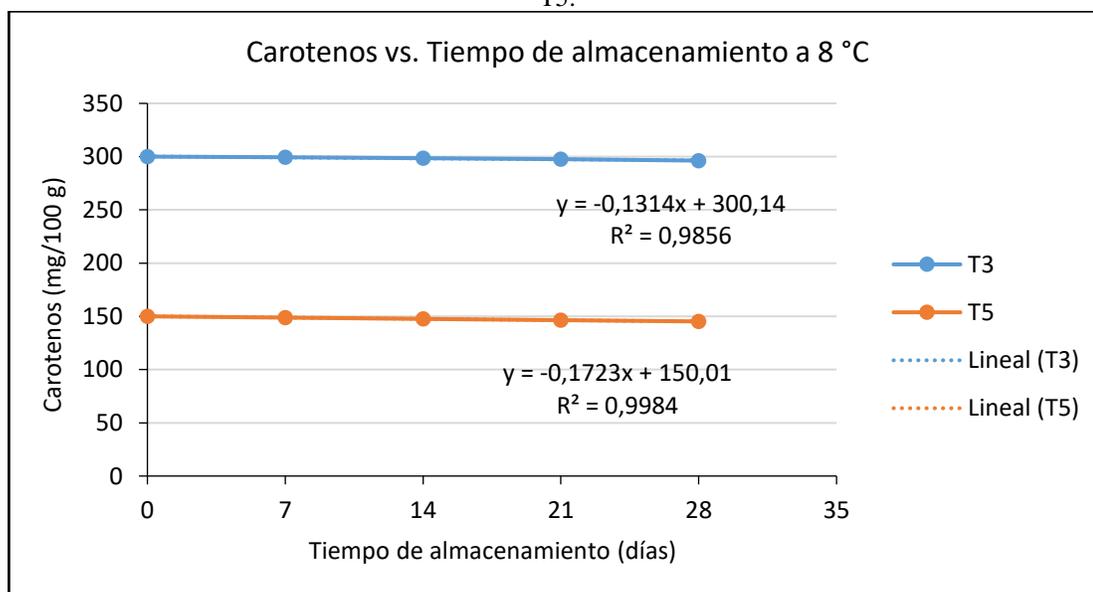
t (días)	<b>Tratamiento 3</b>			<b>Tratamiento 5</b>		
	<b>Carotenos (mg/100 g)</b>	<b>CV (%)</b>	<b>CV (%)</b>	<b>Carotenos (mg/100 g)</b>	<b>CV (%)</b>	<b>CV (%)</b>
0	300,00	± 0,00	0,00	150,00	± 0,00	0,00
7	299,27	± 0,21	0,07	148,78	± 0,18	0,12
14	298,44	± 0,40	0,14	147,70	± 0,23	0,16
21	297,58	± 0,08	0,03	146,28	± 0,08	0,06
28	296,25	± 0,30	0,10	145,22	± 0,06	0,04

Tabla N° 16 Degradación de carotenos en los tratamientos T3 y T5

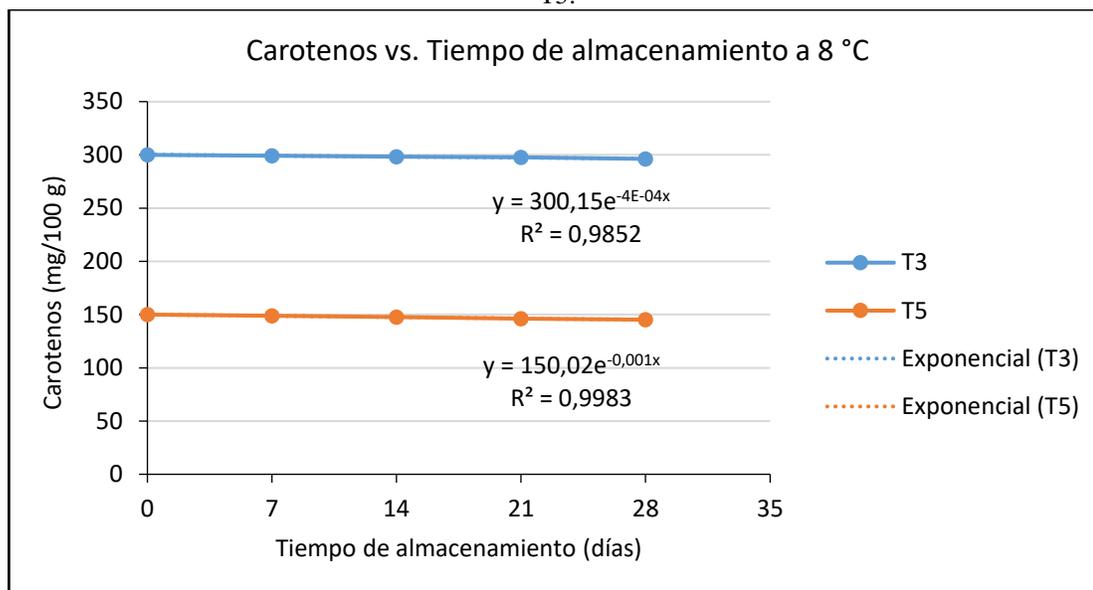
t (días)	Tratamiento 3		Tratamiento 5	
	Carotenos (mg/100 g)	Degradación (mg/100g)	Carotenos (mg/100 g)	Degradación (mg/100g)
0	300,00	-	150,00	-
7	299,27	0,73	148,78	1,22
14	298,44	1,56	147,70	2,30
21	297,58	2,42	146,28	3,72
28	296,25	3,75	145,22	4,78
<i>Total</i> (mg/100g)		<b>3,75</b>		<b>4,78</b>
Total (%)		<b>1,25</b>		<b>3,19</b>

Para el análisis de cinética de degradación se aplicó el modelo de reacción de cero orden y de primer orden, por ser los más frecuentes en alimentos y compuestos bioactivos antioxidantes, Cedrón, (2011), obteniendo las siguientes gráficas y ecuaciones de la recta (Gráfico N° 4 y N° 5).

Gráfico N° 4 Curva de cinética de degradación de orden cero de carotenos para los tratamientos T3 y T5.



**Gráfico N° 5** Curva de degradación cinética de primer orden de carotenos para los tratamientos T3 y T5.



En base a las ecuaciones de la recta, e identificando en las mismas la pendiente, equivalente a la constante de cinética de reacción, se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 17 y 18)

**Tabla N° 17** Cinética de degradación de carotenos en el tratamiento T3 según el modelo de cer orden o y primer orden.

Temperatura	Reacción de orden cero			Reacción de primer orden		
	$A = A_o + (-k_o) t$			$A = A_o \exp (-k_1) t$		
	Ao	Ko	R2	Ao	K1	R2
8 °C	300,14	0,1314	0,986	300,15	0,0004	0,985

Ao en mg/100 g.

Ko y K1 en mg/100 g\*día.

**Tabla N° 18** Cinética de degradación de carotenos en el tratamiento T5 según el modelo de cero orden y primer orden.

Temperatura	Reacción de orden cero $A = A_o + (-k_o) t$			Reacción de primer orden $A = A_o \exp (-k_1) t$		
	Ao	Ko	R2	Ao	K1	R2
8 °C	150,01	0,1723	0,998	150,02	0,001	0,998

Ao en mg/100 g.

Ko y K1 en mg/100 g\*día.

El coeficiente de correlación  $R^2$  fue similar al aplicar los dos modelos de cinética, por lo que ambos parecen describir bien la reacción de degradación de carotenos; no obstante, en base a los resultados de cantidad de carotenos degradados durante el tiempo de almacenamiento (mg/100g/día), lo cual se puede ver en las tablas 17 y 18; el modelo de cinética que más se adapta los resultados observados en el tratamiento T3 y T5, es el de primer orden, puesto que la degradación al parecer está siendo influenciada por la concentración de carotenos, lo que coincide con Sánchez et, al. (2015) que en su estudio Cinética de degradación térmica de betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris L.*) y miel de abeja reporta una cinética de degradación de primer orden de R2 para las betaxantinas de 0,98; y para la vitamina C de 0,979 notándose que las betaxantinas, respecto a la vitamina C, son más estables a la temperatura.

Habiendo seleccionado como mejor modelo de cinética de degradación del caroteno astaxantina, el modelo de primer orden, se podría concluir que la constante de degradación k en los mejores tratamientos del suplemento vitamínico elaborado (T3 y T5) es 0,0004 y 0,0010 mg de carotenos/100g de suplemento\*día (tabla 17 y 18); valores bajos al igual que lo concluido por Khalid et. al. (2017) en su estudio de encapsulado en aceite de astaxantina con alginato y pectica, ya que luego de 52 semanas la tasa de retención fue bastante alta en el orden del 94%. Zhou et al (2018) hacen referencia de microencapsulación en el procesamiento de alimentos para mejorar

la estabilidad de la astaxantina, sin embargo se requieren de procesos más compleos.Hernández et. al. (2023)

La ecuación que permite estimar la cantidad de carotenos existente en el producto, en función del tiempo de almacenamiento a 8 °C es:  $y = 300.15e^{-4E-04x}$  para el suplemento elaborado con la formulación del tratamiento T3, y;

$y = 150.02e^{-0.001x}$  para el suplemento elaborado con la formulación del tratamiento T5.

Luego analizamos el comportamiento de la vitamina C, en el suplemento de gelatina; basados en los resultados de las tablas 19, 20 y 21, en donde se puede observar que la degradación es de 3,46 mg/100g o 0,77% para el tratamiento T5 a los 28 días de almacenamiento

Se observa una degradación considerablemente baja, en el tratamiento T5, lo que parece indicar, que la vitamina C al actuar como ingrediente único con función antioxidante, en el suplemento de gelatina, mantiene altos niveles de estabilidad, sumado a esto, condiciones de almacenamiento controladas (8°C) y un empaque hermético que no permite el paso de luz y oxígeno, posiblemente permitieron que se mantenga muy estable durante los 28 días.

**Tabla N° 19** Cantidad de vitamina C en el tratamiento T5

	<b>R1</b>	<b>R2</b>
<b>t (días)</b>	<b>Vit C (mg/100 g)</b>	<b>Vit C (mg/100 g)</b>
0	450,00	450,00
7	448,93	449,12
14	448,03	448,01
21	447,29	447,09
28	446,77	446,30

También podemos mencionar que el coeficiente de variación en los resultados de degradación de la vitamina C, son muy confiables, ya que en cada control parcial durante los 28 días, no supera el 0,1% como se muestra en la tabla 20

**Tabla N° 20** Promedio de degradación de vitamina C en el tratamiento T5

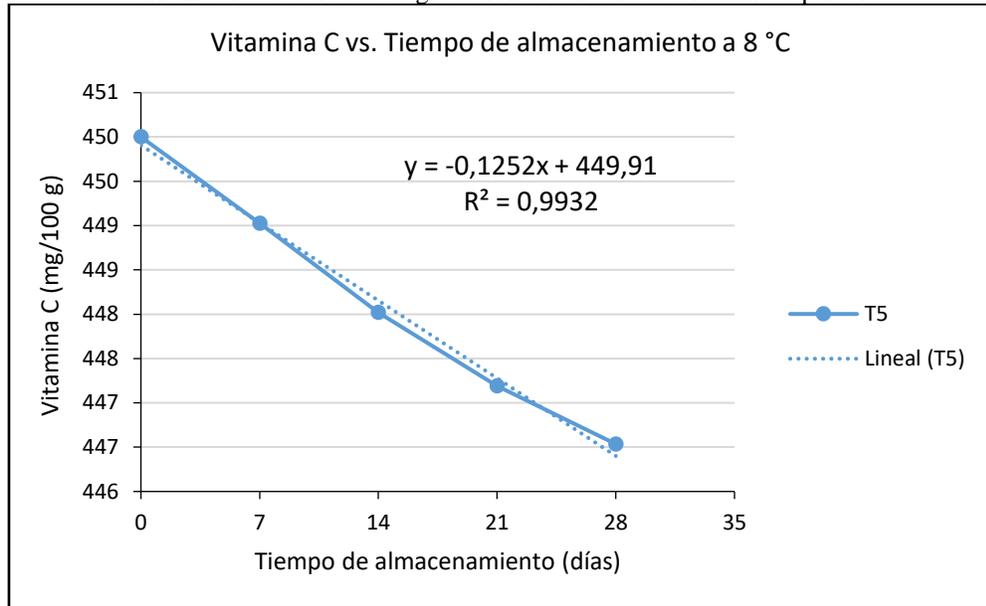
t (días)	Vit C (mg/100 g)	CV (%)
0	450,00 ± 0,00	0,00
7	449,03 ± 0,13	0,03
14	448,02 ± 0,01	0,00
21	447,19 ± 0,14	0,03
28	446,54 ± 0,33	0,07

**Tabla N° 21** Degradación de vitamina C en el tratamiento T5

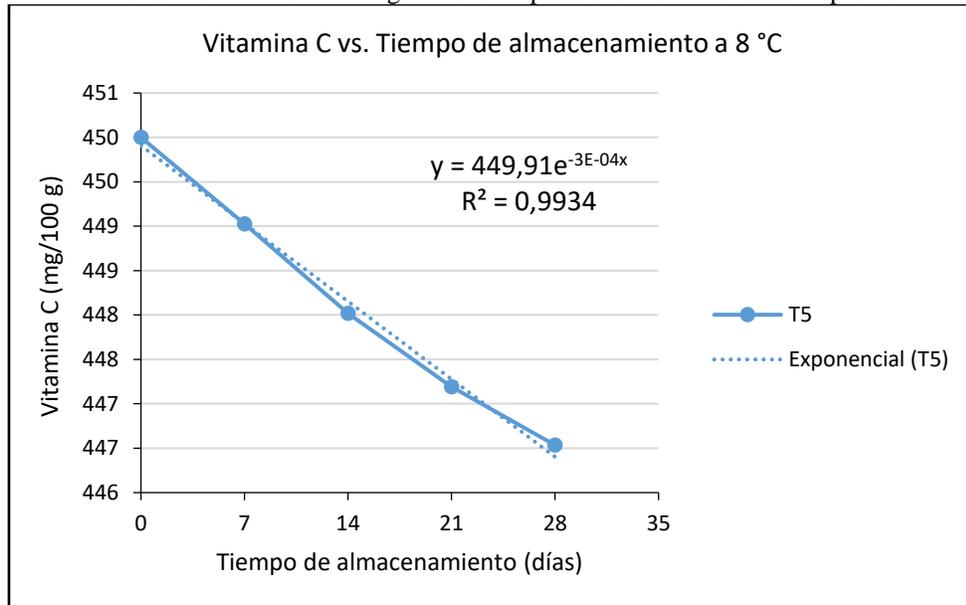
t (días)	Vit C (mg/100 g)	Degradación (mg/100g)
0	450,00	-
7	449,03	0,97
14	448,02	1,98
21	447,19	2,81
28	446,54	3,46
<b>Total</b>		<b>3,46</b>
<b>(mg/100g)</b>		
<b>Total (%)</b>		<b>0,77</b>

De igual manera, para el análisis de cinética de degradación de la vitamina C, se aplicó el modelo de reacción de cero orden y de primer orden, por ser los más frecuentes en alimentos y compuestos bioactivos antioxidantes, Cedrón, (2011), obteniendo las siguientes gráficas y ecuaciones de la recta (Gráfico N° 6 y N° 7).

**Gráfico N° 6** Curva de degradación orden cero de vitamina C para T5



**Gráfico N° 7** Curva de degradación de primer orden de vitamina C para T5



Para la ecuación de la recta, identificando en la misma la pendiente, equivalente a la constante de cinética de reacción, se obtuvo el siguiente resultado, tabla 22

**Tabla N° 22** Cinética de degradación de vitamina C en el tratamiento T5

Temperatura	Reacción de orden cero $A = A_0 + (-k_0) t$			Reacción de primer orden $A = A_0 \exp (-k_1) t$		
	Ao	Ko	R2	Ao	K1	R2
8 °C	449,91	0,1252	0,993	449,91	0,0003	0,993

Ao en mg/100 g.

Ko y K1 en mg/100 g/día.

El coeficiente de correlación  $R^2$  fue el mismo valor, al aplicar los dos modelos de cinética, por lo que ambos describen bien la reacción de degradación de vitamina C; no obstante, en base a los resultados de cantidad de vitamina C degradados durante el tiempo de almacenamiento (mg/100g día), lo cual se puede ver en la tabla 22; el modelo de cinética que más se adapta a los resultados observados en el tratamiento T5, es el de primer orden, puesto que la degradación en reacción de primer orden es menor.

El modelo de primer orden, al haber sido seleccionado como el mejor modelo de degradación de vitamina C, se observó en el mejor tratamiento del suplemento vitamínico elaborado T5, que la constante  $k$  es 0,0003 mg de vitamina C/100g de suplemento/día (tabla 22); valor contrario a lo publicado por Riera y Gómez (2019) en su estudio “Influencia de las condiciones de almacenamiento en la degradación de vitamina C”, donde mencionan que el almacenamiento de productos con vitamina C, muestran pérdida de hasta un 80% dependiendo de las temperaturas de almacenamiento, a mayor temperatura mayor degradación.

La ecuación que permite estimar la cantidad de vitamina C existente en el producto, en función del tiempo de almacenamiento a 8 °C es:  $y = 449,91e^{-3E-04x}$  para el suplemento elaborado con la formulación del tratamiento T5. (gráfico N° 6)

De este análisis, podemos decir que durante el almacenamiento a 8°C del suplemento de gelatina, si existe degradación de los carotenos y vitamina C, por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Por lo anterior, podemos decir que, de acuerdo con la formulación planteada y los bajos niveles de degradación, se puede asegurar que el producto cumple con la denominación de “suplemento vitamínico de bajo poder calórico”, como se puede ver en la información nutricional de la tabla 23, en donde el valor de la energía total de este producto, para una porción de 10 g. le corresponde 24 calorías (cal) o 105 kilo joules (kJ), de la misma manera, en base a la NTE INEN 2983-2015 de suplementos alimenticios, recomienda que para este tipo de micronutrientes debe consumirse un mínimo del 15% del valor diario recomendado (VDR), entonces, para el caso de carotenos (astaxantina) debería consumirse un mínimo de 2,25 mg, sin embargo por cada porción de 10 gramos, el consumo en nuestro producto sería de 15 mg/día de caroteno, logrando alcanzar el 100% del VDR, sin embargo, para rotulado de alimentos NTE INEN 1334-2-2011 se debe declarar en etiqueta 50%; por otra parte, el VDR recomendado de Vitamina es de 60 mg/día, en nuestro caso alcanzamos el 75% del VDR, así mismo por normativa de rotulado de alimentos, en la etiqueta se declara 50%

**Tabla N° 23** Información nutricional del suplemento vitamínico.

Información Nutricional		
Tamaño por porción	10 g	
Porciones por envase:	10	
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	<b>105 kJ (25 Cal)</b>	
Energía de grasa (Calorías de grasa)	0 kJ (0 Cal)	
		% Valor Diario *
<b>Grasa Total</b>	<b>0 g</b>	0%
ácidos grasos saturados	0 g	0%
ácidos grasos - trans	0 g	
ácidos grasos mono insaturados	0 g	
ácidos grasos poli insaturados	0 g	
Colesterol	<b>0 mg</b>	0%
Sodio	<b>0 mg</b>	0%
Carbohidratos Totales	<b>2 g</b>	1%
Fibra Dietética	<b>0 g</b>	0%
Azúcares	2 g	
<b>Proteína</b>	<b>4 g</b>	8%
<b>Astaxantina</b>		<b>50%</b>
<b>Vitamina C</b>		<b>50%</b>
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 calorías). Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades energéticas		
kJ por gramo (Calorías por gramo):		
Grasa 37 kJ	* Carbohidratos 17 kJ	* Proteína 17 kJ

#### 4.4. Calidad microbiológica

Por el método Petri film, (tabla N° 24) indica ausencia de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra, de coliformes fecales, durante el tiempo de control que se extendió hasta los 28 días. Estos resultados, garantizan la inocuidad del producto y sirven de referencia para establecer el tiempo de vida útil asignado al producto, los valores se encuentran dentro de los niveles de aceptación según la norma técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 2217:2012

**Tabla N° 24** Coliformes fecales en los tratamientos T3 y T5

	<b>Tratamiento 3</b>		<b>Tratamiento 5</b>	
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
<b>t (días)</b>	<b>Coliformes fecales UFC/g</b>	<b>Coliformes fecales UFC/g</b>	<b>Coliformes fecales UFC/g</b>	<b>Coliformes fecales UFC/g</b>
0	0	0	0	0
7	0	0	0	0
14	0	0	0	0
21	0	0	0	0
28	0	0	0	0

Por el método Petri film, (tablas N° 25, 26 y 27) se indica un crecimiento moderado de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra, de mohos y levaduras, durante el tiempo de control de 28 días. Pese a que se observa crecimiento, los valores se encuentran dentro del rango exigido por la norma técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 2217:2012, además se establece que el crecimiento progresivo, lo cual nos indica que el método aplicado es confiable.

**Tabla N° 25** Mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5

t (días)	Tratamiento 3		Tratamiento 5	
	R1	R2	R1	R2
	Mohos y levaduras (Ufc/g)			
0	<10	<10	<10	<10
7	51x10 <sup>0</sup>	51x10 <sup>0</sup>	72x10 <sup>0</sup>	70x10 <sup>0</sup>
14	10,2x10 <sup>1</sup>	10,1x10 <sup>1</sup>	14,3x10 <sup>1</sup>	14,1x10 <sup>1</sup>
21	15,4x10 <sup>1</sup>	15,5x10 <sup>1</sup>	21,0x10 <sup>1</sup>	21,0x10 <sup>1</sup>
28	22,5x10 <sup>1</sup>	22,9x10 <sup>1</sup>	27,8x10 <sup>1</sup>	27,0x10 <sup>1</sup>

**Tabla N° 26** Promedios de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5

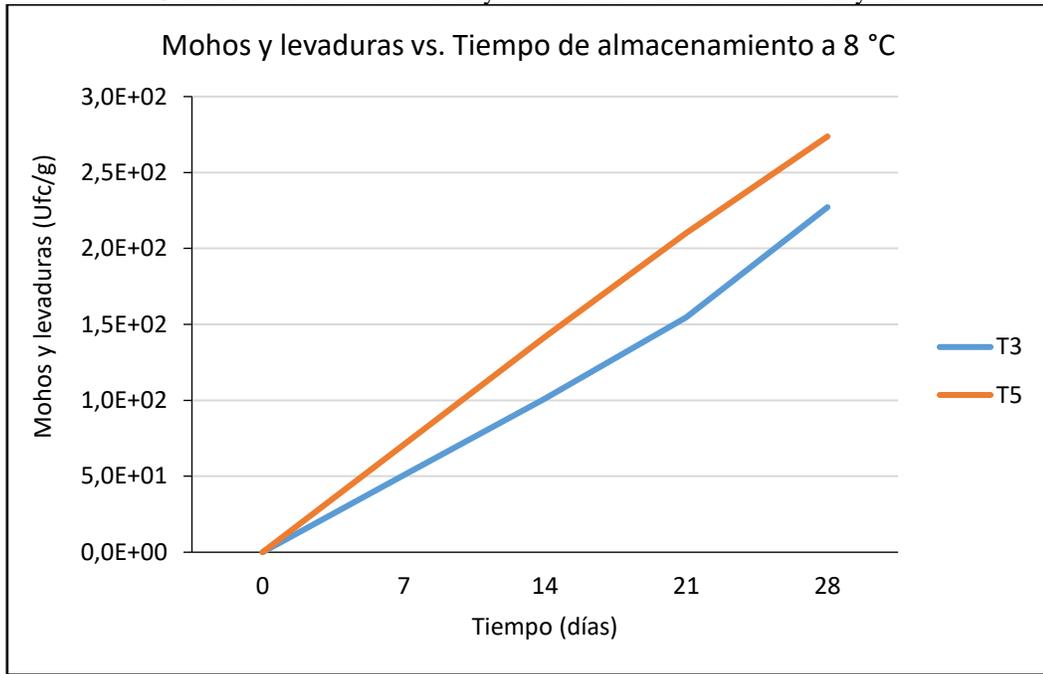
t (días)	Tratamiento 3	Tratamiento 5
	Mohos y levaduras (Ufc/g)	Mohos y levaduras (Ufc/g)
0	<10	<10
7	51x10 <sup>0</sup>	71x10 <sup>0</sup>
14	10,2x10 <sup>1</sup>	14,2x10 <sup>1</sup>
21	15,5x10 <sup>1</sup>	21,0x10 <sup>1</sup>
28	22,7x10 <sup>1</sup>	27,4x10 <sup>1</sup>

**Tabla N° 27** Resultado de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5

t (días)	Tratamiento 3			Tratamiento 5		
	Mohos y levaduras (Ufc/g)	CV (%)		Mohos y levaduras (Ufc/g)	CV (%)	
0	0,0E+00 ± 0,0E+00	0,00		0,0E+00 ± 0,0E+00	0,00	
7	5,1E+01 ± 2,7E-01	0,53		7,1E+01 ± 9,3E-01	1,32	
14	1,0E+02 ± 1,0E+00	0,98		1,4E+02 ± 1,8E+00	1,30	
21	1,5E+02 ± 5,4E-01	0,35		2,1E+02 ± 3,4E-01	0,16	
28	2,3E+02 ± 2,5E+00	1,11		2,7E+02 ± 5,3E+00	1,94	

Dada la tendencia de la curva en el gráfico N° 8, el crecimiento de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5 garantizan una estabilidad microbiológica durante el tiempo de vida útil ya que estamos aproximadamente con un 70% de margen de seguridad respecto al valor de rechazo que es de  $1,0 \times 10^3$

**Gráfico N° 8** Curva de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T5



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se formuló y elaboró un suplemento a base de gelatina, con la incorporación de los antioxidantes: carotenos y vitamina C, así como edulcorantes de bajo poder calórico, a través de un diagrama de flujo donde se controló especialmente las temperaturas del proceso, y mediante un empaque impermeable se evitó el contacto con la luz y el oxígeno.
- A través de un diseño experimental de tipo AxB se pudo establecer los mejores tratamientos T3: Carotenos (300 mg/100g)\* Fructosa(PE: 1,5:15%) y T5: Vitamina C (450 mg/100g); Carotenos (150 mg/100g) \* Fructosa (PE: 1,5:15%).
- A los mejores tratamientos T3 y T5 se calculó los coeficientes de correlación “R<sup>2</sup>” y la constante cinética “k” con lo cual se pudo llegar a determinar que para ambos casos T3 y T5, el modelo que más se ajusta a estos productos alimenticios son los de reacción de primer orden.
- Al tener valores de k muy bajos, y coeficientes de correlación cercanos a uno, se puede pensar en que, la gelatina, actuó con un efecto de microencapsulación o protector frente a la degradación, tanto para los carotenos como para la vitamina C

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Impulsar la innovación en el campo de la industria de alimentos procesados, que, al momento de formular, a más de aportar nutrientes y satisfacer gustos, también generen bienestar a corto, mediano y largo plazo para los consumidores.
- Ejecutar proyectos de investigación en donde se promueva el estudio de la astaxantina, que es uno de los carotenos más potentes como función antioxidante.
- Cuidar las condiciones de producción y almacenamiento de suplementos alimenticios que tengan antioxidantes, ya que son sensibles a variaciones de temperatura, luz, oxígeno, pH
- Realizar pruebas piloto de un suplemento vitamínico a base de astaxantina, vitamina C u otro metabolito secundario que ayude a mantener una condición saludable del organismo humano.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Arias Lamos, D., Montañó Díaz, L. N., Velasco Sánchez, M. A., & Martínez Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. *Tecnura*, 22(57), 55-68.

Alonso, J., Arboleda, A., Rivera, A., Mora, D., Tarazona, R., & Ordoñez, P. (2017). Técnicas de investigación cualitativa de mercados aplicadas al consumidor de fruta en fresco. *Estudios gerenciales*, 33(145), 411- 420.

Auz Fierro E, Brito Chasiluisa H. (2018) Factores relacionados con la supervivencia de pacientes con cáncer de próstata en el hospital Solca núcleo de Quito durante el período 2003-2018. Facultad de medicina, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Cámpora, M. C. (2016). Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(2), 131-137.

Caravalí-Meza, N. Y., Jiménez-Cruz, A., & Bacardí-Gascón, M. (2016). Estudio prospectivo sobre el efecto del consumo de bebidas azucaradas sobre la obesidad en un periodo de 12 meses en mexicanos de 15 a 19 años. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2), 270-276.

Cedron Juan Carlos, Victoria LANDA, y Juana ROBLES. 2011. Química General. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 10 de junio del 2023. <[http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/cinética química](http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/cinética%20química)>

Dinda, B., & Saha, S. (2022). Obesity and Diabetes. In *Natural Products in Obesity and Diabetes: Therapeutic Potential and Role in Prevention and Treatment* (pp. 1-61). Cham: Springer International Publishing.

Escamilla, M. A. G., Peña, R. H., Zúñiga, M. D. J. S., Coyotzin, E. A. T., Guerra, L. I. V., Carrión, J. A. G., ... & Papova, R. G. J. (2023). La vitamina C,

implicaciones terapéuticas en el paciente con quemaduras graves. *Medicina Crítica*, 37(2), 134-140.

Espinoza, J. Evaluación sensorial de los alimentos, (Comprar en ebook

Flórez, C. E. R. Nutracéuticos y alimentos funcionales: una revisión de oportunidades (Doctoral dissertation, Universidad Simón Bolívar).

Gil, Angel. (2017). Tratado de Nutrición. Editorial Médica Panamericana. España pag. 334

González Castellanos, R., Lavín, M., & Curiel Lorenzo, L. (2003). Metodología de la investigación científica para las ciencias técnicas. Matanzas: Universidad de Matanzas.

González-Peña, M. A., Ortega-Regules, A. E., Anaya de Parrodi, C., & Lozada-Ramírez, J. D. (2023). Chemistry, Occurrence, Properties, Applications, and Encapsulation of Carotenoids-A Review. *Plants (Basel)*. Jan 9;12(2):313.

Hernández Ariza, V., Garzón Pulido, M. C., y Camacho Kurmen, J.

E. (2023). Revisión del estado actual de las formulaciones y aplicaciones de astaxantina producida por *Haematococcus pluvialis* Mutis, 13(1). 1-27. <https://doi.org/10.21789/22561498.1894>

Kasen, S., Cohen, P., Chen, H., & Must, A. (2008). Obesity and psychopathology in women: a three decade prospective study. *International Journal of Obesity*, 32(3), 558-566.

Khalid N, Shu G, Kobayashi I, Nakajima M and Barrow CJ,

Formulation and characterization of monodisperse O/W emulsions encapsulating astaxanthin extracts using microchannel emulsification: Insights of formulation and stability evaluation, *Colloids & Surfaces B Biointerfaces*, 2017, 157:355.

Luppino, F. S., de Wit, L. M., Bouvy, P. F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B. W., & Zitman, F. G. (2010). Overweight, obesity, and depression: a systematic

review and meta-analysis of longitudinal studies. *Archives of general psychiatry*, 67(3), 220-229.

McCarty, M. F. (2022). The Japanese experience suggests that lethal prostate cancer is almost wholly preventable with a quasi-vegan diet, soy products, and green tea. *Medical Hypotheses*, 164, 110839.

Madrigal, P. R., Moreno, A. I., & Robles, I. G. C. (2020). Tecnología de elaboración de gomitas de grenetina adicionadas con vitamina C. *Humanidades, Tecnología y Ciencia Del Instituto Politécnico Nacional*, 22, 1-6.

Mejía, R. M., Maceira, D., & Bergallo, P. (2019). Especialistas del CONICET opinan acerca del consumo de azúcar.

Morgia, G. (2009). Antioxidant protection and prostatic disease. *Trends in Medicine* 9(4):179-186.

Niño, C., Rodríguez, F., Díaz, L., & Lancheros, A. (2017). Evaluación de las condiciones de crecimiento celular para la producción de astaxantina a partir de la microalga *Haematococcus pluvialis*. *Nova*, 15(28), 19-31.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2217-1:2012, Productos de confitería: Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone. Requisitos

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1517. Postre de gelatina. Determinación de la humedad

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1519. Postre de gelatina. Determinación de la concentración del ión hidrógeno. (pH).

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-3: 2011. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2983-2015. Suplementos alimenticios. Requisitos

Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35, 100601.

Popovics, P., Jain, A., Skalitzky, K. O., Schroeder, E., Ruetten, H., Cadena, M., Uchtmann, K. S., Vezina, C. M., & Ricke, W. A. (2021). Osteopontin deficiency ameliorates prostatic fibrosis and inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(22).

Rabanal, M., & Medina, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-12.

Retegui, L. (2020). La observación participante en una redacción. Un caso de estudio. *La trama de la comunicación*, 24(2), 1-13.

Riera, M., & Salcedo, Y. G. (2019). Influencia de las condiciones de almacenamiento en la degradación de vitamina C. *Publicaciones en ciencias y tecnología*, 13(2), 3-11.

Rodríguez Delgado, J. (2017). Azúcares... ¿Los malos de la dieta?. *Pediatría Atención Primaria*, 19, 69-75.

Sánchez-Chávez, W., Cortez-Arredondo, J., Solano-Cornejo, M., & Vidaurre-Ruiz, J. (2015). Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) y miel de abeja. *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 111-118.

Sánchez, Á. (2019). Efectos del carotenoide astaxantina en la salud humana, según la ciencia. *RCA Grupo Editor*, 2(20), 46-58.

Sanusi, R. A., & Adebisi, A. E. (2009). Beta carotene content of commonly consumed foods and soups in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 1512–1516.

Sociedad de lucha contra el cancer, Solca (2022). Boletín epidemiológico, año 2, Vol 1

Song, Y., & Xu, B. J. (2013). Diffusion profiles of health beneficial components from goji berry (*Lyceum barbarum*) marinated in alcohol and their antioxidant capacities as affected by alcohol concentration and steeping time. *Foods*, 2, 32–42.

Standl E, Khunti K, [...] Schnell O. (2019). The global epidemics of diabetes in the 21<sup>st</sup> century: Currents situation and perspectives. *European Journal of Preventive Cardiology* 26(2\_suppl) 7-14

Trescastro-López, E. M., & Bernabeu-Mestre, J. (2015). Alimentos funcionales: ¿necesidad o lujo?. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(1), 1-3.

Zermeño, P., González , O., Díaz, L., Gaytán , D., & Gallegos , V. (2020). Ingesta de antioxidantes y su asociación a cáncer cervicouterino (cacu) en mujeres de un sistema universitario. *Revista Salud Pública y Nutrición* , 22-32.

Zhou T., Ju Y., Shi C., Wang X., Kan G. (2018) *IOP Conf. Ser.:*

*Materials, Science and Engineering*. **394** 022007

Zumbado, H. Análisis químico de los alimentos. (Comprar en ebook)

## 7. ANEXOS.

### a. Cartilla de evaluación sensorial

Maestría en Agroindustria. Mención en Tecnología de Alimentos

#### Evaluación sensorial de suplemento vitamínico de bajo poder calórico.

Fecha: \_\_\_\_\_

Género: Ma  lino    Fe  lino

Eda  (s)

Instrucciones: Por favor indicar su nivel de agrado y aceptación en los diferentes atributos, asignando el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia descrita.

Puntaje	Color	T1	T2	T3	T4	T5	T6
5	Me gusta mucho						
4	Me gusta moderadamente						
3	No me gusta ni me disgusta						
2	Me disgusta moderadamente						
1	Me disgusta mucho						

<b>Puntaje</b>	<b>Olor</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
5	Me gusta mucho						
4	Me gusta moderadamente						
3	No me gusta ni me disgusta						
2	Me disgusta moderadamente						
1	Me disgusta mucho						

<b>Puntaje</b>	<b>Textura</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
5	Me gusta mucho						
4	Me gusta moderadamente						
3	No me gusta ni me disgusta						
2	Me disgusta moderadamente						
1	Me disgusta mucho						

<b>Puntaje</b>	<b>Sabor</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
5	Me gusta mucho						
4	Me gusta moderadamente						
3	No me gusta ni me disgusta						
2	Me                   disgusta moderadamente						
1	Me disgusta mucho						

Muchas gracias !!

## b. Fotografías

Pesado de materias primas



Primeros ensayos



Tratamientos



Suplementos empacados



Evaluación sensorial



Fase experimental



c. Etiqueta

Información Nutricional		
Tamaño por porción	10 g	
Porciones por envase:	10	
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	105 kJ (25 Cal)	
Energía de grasa (Calorías de grasa)	0 kJ (0 Cal)	
		% Valor Diario
<b>Grasa Total</b>	<b>0 g</b>	0%
ácidos grasos saturados	0 g	0%
ácidos grasos - trans	0 g	0%
ácidos grasos mono insaturados	0 g	
ácidos grasos poli insaturados	0 g	
Colessterol	0 mg	0%
Sodio	0 mg	0%
Carbohidratos Totales	2 g	1%
Fibra Dietética	0 g	0%
Azúcares	2 g	
<b>Proteína</b>	<b>4 g</b>	8%
<b>Astaxantina</b>		50%
<b>Vitamina C</b>		50%

\* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8360 kJ (2000 calorías). Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades energéticas kJ por gramo (Calorías por gramo):  
Grasa 37 kJ \* Carbohidratos 17 kJ \* Proteína 17 kJ

3,0 cm

no contiene SAL

no contiene GRASA

**MEDIO**  
en AZÚCAR

3,0 cm

**Elaborado por: Pablo Herrera Soria**  
Latacunga-Ecuador

**Ingredientes:** Gelatina sin sabor, Agua, Fructosa, Vitamina C, Astaxantina, Sucralosa, Conservante (Sorbato de potasio), Sabor natural de mentha  
Conservar en AMBIENTE FRESCO Y SECO  
Tiempo máximo de consumo: 30 días  
Notificación Sanitaria N°:  
F. Elab F. Exp Lote P.V.P.

**GUMMIES**  
**MAN**

*Suplemento alimenticio*



**100 g**

Suplemento alimenticio de gelatina con vitamina C y Astaxantina

5 cm

9 cm