



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN BEBIDAS NO
CARBONATADAS CON JUGO DE NARANJA COMERCIALIZADAS EN SUPERMERCADOS
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Inga. Sheyla Karina Tobar Velásquez
Asesorada por la Maestra Inga. Hilda Palma de Martini

Guatemala, septiembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN BEBIDAS NO
CARBONATADAS CON JUGO DE NARANJA COMERCIALIZADAS EN SUPERMERCADOS
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. SHEYLA KARINA TOBAR VELASQUEZ
ASESORADO POR LA MSC. INGA. HILDA PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Vladimir Iván Pérez Soto
EXAMINADORA	Licda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN BEBIDAS NO
CARBONATADAS CON JUGO DE NARANJA COMERCIALIZADAS EN SUPERMERCADOS
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 25 enero de 2020.



Inga. Sheyla Karina Tobar Velasquez

LNG.DECANATO.OI.644.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN BEBIDAS NO CARBONATADAS CON JUGO DE NARANJA COMERCIALIZADAS EN SUPERMERCADOS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Sheyla Karina Tobar Velásquez**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, septiembre de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, septiembre de 2022

LNG.EEP.OI.644.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN BEBIDAS NO CARBONATADAS CON JUGO DE NARANJA COMERCIALIZADAS EN SUPERMERCADOS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA”

presentado por **Sheyla Karina Tobar Velásquez** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**





Guatemala 29 de noviembre 2020

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** del **TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN BEBIDAS NO CARBONATADAS CON JUGO DE NARANJA COMERCIALIZADAS EN SUPERMERCADOS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA”** de la estudiante **Sheyla Karina Tóbar Velásquez** quien se identifica con número de carne **999001287** del programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MSc. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinadora
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 28 de octubre de 2020

M. A. Ingeniero
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Maestro Álvarez Cotí:

Deseándole éxitos en sus actividades hago de su conocimiento que en mi calidad de asesor he revisado y aprobado el informe final de trabajo de graduación titulado **“Cinética de Degradación Térmica de Vitamina C en Bebidas no Carbonatadas con Jugo de Naranja Comercializadas en la Ciudad de Guatemala”**, realizado por la estudiante **Sheyla Karina Tobar Velásquez** quien se identifica con Número de carnet 009616777 para optar al título de Magister en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, por lo que extendiendo la presente constancia.

Atentamente,



M. Sc. Ingeniera Hilda Palma de Martini

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi vida.
Mis padres	Por su amor, apoyo e inspiración.
Mis hermanos	Por su apoyo y ser mis mejores amigos.
Mi sobrino	Por su cariño y alegría que brinda a mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por la oportunidad de formarme como profesional.

**Escuela de Estudios de
Postgrado de la Facultad
de Ingeniería**

Por facilitarme los conocimientos para seguir desarrollándome en el campo profesional.

Mi asesora

Por su gran apoyo, motivación y enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XI
JUSTIFICACIÓN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 La industria de bebidas.....	5
2.1.1 Clasificación de las bebidas.....	7
2.1.2 Bebidas no carbonatadas.....	7
2.1.3 Proceso de producción de bebidas no carbonatadas.....	8
2.2 Vitamina C o ácido ascórbico.....	8
2.2.1 Funciones tecnológicas del ácido ascórbico en los alimentos.....	11
2.2.2 Cuantificación de vitamina C por yodometría.....	11
2.3 Cinética química.....	12
2.3.1 Velocidad de reacción.....	12
2.3.2 Orden de reacción.....	14

2.3.3	Dependencia de la temperatura.....	16
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	19
4.1	Marcas de bebidas no carbonatadas evaluadas.....	19
4.2	Concentración de vitamina C	19
4.3	Orden de reacción de la degradación térmica de vitamina C .	21
4.4	Modelo matemático de la cinética de reacción de degradación de la vitamina C.	25
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	29
5.1	Marcas de bebidas no carbonatadas evaluadas.....	29
5.2	Concentración de vitamina C	29
5.3	Orden de reacción de la degradación térmica de vitamina C .	30
5.4	Modelo matemático de la cinética de reacción de degradación de la vitamina C.	31
	CONCLUSIONES	33
	RECOMENDACIONES	35
	REFERENCIAS.....	37
	APÉNDICES	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Principales productos que exportó Guatemala en el año 2018.....	6
2.	Degradación del ácido ascórbico	10
3.	Concentración de vitamina C versus tiempo para la bebida marca 2345.....	20
4.	Concentración de vitamina C versus tiempo para la bebida marca 3995.....	21
5.	Logaritmo natural de la concentración de vitamina C versus tiempo, para la bebida marca 2345.....	22
6.	Logaritmo natural de la concentración de vitamina C versus tiempo para la bebida marca 3995.....	23
7.	Logaritmo natural de k en función del inverso de la temperatura.....	27

TABLAS

I.	Variables e indicadores	XXI
II.	Coeficientes de correlación R^2 para los órdenes de reacción de degradación de vitamina C.....	24
III.	Coeficiente de correlación de Pearson para cinética de primer orden ...	24
IV.	Modelos matemáticos que describen la cinética de degradación térmica de la vitamina C.....	25
V.	Constantes de velocidad de reacción de primer orden.....	26
VI.	Ecuaciones de Arrhenius	28

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
R	Coeficiente de correlación de Pearson
°C	Grados Celsius
mg	Miligramos
mL	Mililitros

GLOSARIO

Degradación térmica	Acción y efecto de degradarse por efecto de la temperatura.
Góndola	Mueble en que se expone algo a la vista del público para su venta.
Jugo	Zumo o líquido de las frutas obtenido por presión.
Marca	Distintivo o señal que el fabricante pone a los productos de su industria, y cuyo uso le pertenece exclusivamente. Marca de fábrica o de comercio que, inscrita en el registro competente, goza de protección legal.
Reacción química	Proceso en que se transforman unos compuestos químicos en otros con producción o consumo de energía.
Titulación	Valorar una disolución.
Volumétrica	Pertenciente o relativo a la volumetría.

RESUMEN

Este proyecto consistió en la determinación del orden de reacción y modelo cinético de degradación de la vitamina C, por efecto de la temperatura, en dos marcas de bebidas no carbonatadas, también conocidas como bebidas refrescantes, que tenían en su composición jugo de naranja y que son comercializadas en supermercados de la ciudad de Guatemala, pues la vitamina C se ve afectada por la temperatura, que la descompone causando un descenso en su contenido.

Las bebidas evaluadas se sometieron a tres temperaturas distintas, para periódicamente valorar su concentración de ácido ascórbico; mediante análisis de óxido reducción con yodo, con el propósito de establecer su modelo cinético de degradación térmica, a través del cual se pudo observar la forma en que las condiciones de temperatura durante el almacenamiento afectan su conservación.

En el informe se presentan los resultados obtenidos incluyendo el orden de reacción para cada temperatura (22 °C, 32 °C y 42 °C) a que se sometió el producto, el modelo matemático que describe la cinética de degradación térmica de la vitamina C, así como una discusión y análisis de dichos resultados para emitir conclusiones y recomendaciones del estudio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

El mundo actual vive un sistema globalizado donde la tecnología, el ritmo y estilo de vida han propiciado la modificación de los hábitos alimenticios de las familias con una notable incorporación de alimentos procesados en la dieta, debido a la practicidad y conveniencia que representan para el consumidor. La oferta de estos productos también se ha incrementado y se ha desarrollado una amplia gama de alimentos para los distintos segmentos socioeconómicos. De acuerdo con un estudio de mercado realizado para la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ciudad de Guatemala, en el país la industria de alimentos procesados está integrada por aproximadamente 7500 empresas, que exportan aproximadamente 1.9 mil millones de dólares anuales, lo que equivale a casi el 30 % de las exportaciones totales del país (Melendo Millán, 2019).

La industria de bebidas ha diversificado sus portafolios y ha incursionado en el consumo masivo con bebidas fortificadas con el fin de diferenciarse y aportar valor, pues como indica Bastías y Cepero (2016), la fortificación permite balancear las dietas y generar estrategias para diferenciar los productos con baja inversión, debido a la gran capacidad de ofrecer valor agregado. Esto cobra especial importancia en países como Guatemala, donde la desnutrición y pobreza de un porcentaje considerable de su población, aún forman parte sus problemas principales.

- Descripción del problema

De acuerdo al informe Análisis de la Situación y Tendencias de los Micronutrientes Clave en Guatemala, con un Llamado a la Acción desde las Políticas Públicas, presentado en el 2016 por el proyecto Food And Nutrition Technical Assistance (FANTA), Guatemala es un país en proceso de desarrollo donde la desnutrición sigue persistiendo en niveles considerables por lo que es común encontrar deficiencias de diversos micronutrientes en gran parte de su población. Según evaluaciones realizadas por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), la vitamina C, es una de las vitaminas en que se encuentra deficiente Guatemala (Menchú y Méndez, 2011). Esta vitamina tiene un rol importante en el organismo porque participa en la formación de la sangre, aumentando la absorción de hierro e influyendo en la reducción de anemia por carencia de este mineral (Latham, 2002) cobrando así mayor relevancia porque el hierro es uno de los micronutrientes clave de preocupación para Guatemala (FANTA, 2016).

Debido a su costo relativamente accesible, las bebidas no carbonatadas con adición de jugo de naranja son de consumo recurrente por personas de diferentes grupos etarios. Algunas de estas bebidas están siendo fortificadas con vitamina C o ácido ascórbico, pues la industria ha encontrado en la fortificación un medio para diferenciar sus productos en un mercado con bastante oferta.

Sin embargo, como refiere Badui (2006), la vitamina C tiene una estructura química que la hace ser considerada como la más inestable de las vitaminas y es sensible a diferentes mecanismos de degradación, especialmente al calor, por lo que en la industria de alimentos ha surgido la necesidad de entender su mecanismo de degradación térmica para cada producto específico, así como contemplar la medición de su concentración en el tiempo, para usarla como un

indicador de permanencia de los micronutrientes del alimento porque se considera que si esta vitamina resiste el determinado proceso a que fue sometido el alimento, así como las condiciones de almacenamiento, significa que los demás nutrientes también se han retenido en el alimento.

Conocer la cinética de degradación térmica de la vitamina C en este tipo de bebidas, es necesario para comprender la forma en que las condiciones de temperatura de almacenamiento afectan la conservación de la vitamina C. Por consiguiente, su estabilidad y disponibilidad en la bebida, lo que es relevante para el diseño y desarrollo de productos con el fin de mantener la concentración de la vitamina, en los niveles ofrecidos por el fabricante según la etiqueta del producto.

- Delimitación del problema

La recolección de datos y obtención de muestras de dos marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja se realizó en dos supermercados ubicados en la ciudad de Guatemala, entre diciembre 2019 y julio 2020. El análisis de las muestras se realizó en una industria que cuenta con una planta de fabricación de bebidas no carbonatadas, ubicada en el departamento de Guatemala, en su laboratorio de análisis fisicoquímicos, también en el período comprendido de diciembre 2019 a septiembre 2020.

- Formulación del problema
 - Pregunta principal

¿Cuál es la cinética de degradación térmica de la vitamina C en bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, comercializadas en los supermercados de la ciudad de Guatemala?

- Preguntas secundarias

¿Cuáles son las dos marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja con mayor espacio de góndola, en el supermercado más grande de la ciudad de Guatemala?

¿Cuál es la concentración de vitamina C en las bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, sometidas a tres diferentes temperaturas, mediante análisis volumétrico de óxido reducción con yodo?

¿Cuál es el orden de reacción de la degradación de vitamina C de las bebidas no carbonatadas con jugo de naranja?

¿Cuál es el modelo matemático que describe la cinética de reacción de degradación de la vitamina C de las bebidas no carbonatadas con jugo de naranja?

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se presenta en la línea de investigación de desarrollo y formulación de productos alimenticios funcionales y/o innovadores, de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala. A través de este se busca determinar el orden de reacción y modelo cinético de degradación de la vitamina C, por efecto de la temperatura, en dos marcas de bebidas no carbonatadas con adición de jugo de naranja, comercializadas en la ciudad de Guatemala, pues la vitamina C al ser sensible a diversos elementos, se descompone rápidamente causando un descenso en su contenido lo que ocasiona incumplimiento de normativas y baja disponibilidad del nutriente para quien consume el producto.

El estudio de la cinética de degradación térmica de la vitamina C es importante para comprender la forma en que las condiciones de temperatura de almacenamiento afectan la conservación de la vitamina C en este tipo de productos y por consiguiente su disponibilidad en un alimento específico, siendo esto relevante en Guatemala debido a la persistencia en deficiencia de micronutrientes esenciales en una considerable parte de su población.

La industria procesadora de bebidas no carbonatas ha considerado la fortificación voluntaria con vitamina C, como un medio para brindar valor agregado a sus productos y el estudio brindará información para que se puedan hacer mejoras y ajustes en el diseño y desarrollo de este tipo de alimento, así como en su manejo durante el almacenamiento, pues los modelos cinéticos son

una herramienta útil para predecir como una variable, como la temperatura, influirá en un componente del producto, en este caso la vitamina C, que es un elemento relevante en Guatemala debido a la persistencia en deficiencia de micronutrientes esenciales en una considerable parte de su población.

Se obtendrá como beneficio conocer las condiciones necesarias para que los niveles de la vitamina C se mantengan en los valores declarados en la etiqueta, para que, además de contribuir con un aporte nutricional en la bebida, los fabricantes puedan evitar incumplimientos de las regulaciones vigentes, que son objeto de sanción por parte de la autoridad competente. Asimismo, los consumidores serán beneficiados con productos de valor agregado que aporten la cantidad esperada de nutrientes.

OBJETIVOS

General

Determinar la cinética de degradación térmica de la vitamina C en dos marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja comercializadas en los supermercados de la ciudad de Guatemala.

Específicos

- Seleccionar las dos marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja con mayor espacio de góndola, en el supermercado más grande de la ciudad de Guatemala.
- Determinar la concentración de vitamina C en las bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, sometidas a tres diferentes temperaturas, mediante análisis volumétrico de óxido reducción con yodo.
- Determinar el orden de reacción de la degradación de vitamina C de las bebidas no carbonatadas con jugo de naranja.
- Plantear el modelo matemático que describe la cinética de reacción de degradación de la vitamina C de las bebidas no carbonatadas con jugo de naranja.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se aborda la metodología de la investigación que comprendió el diseño de investigación, tipo de estudio, alcance, variables e indicadores y técnicas de análisis de información.

- Diseño

Para realizar la investigación se llevó a cabo un diseño experimental debido a que este tipo de investigación permite observar los fenómenos para analizarlos. Este tipo de investigación es sistemática porque se indaga sobre las relaciones de causa y efecto sin ejercer control sobre las variables (Hernandez, Fernández-Collado, y Baptista, 2014).

En este trabajo de investigación se recabaron datos a través de los instrumentos de recolección de datos detallados en los apéndices del presente documento, que inició con una revisión del sitio web de los supermercados disponibles en la ciudad de Guatemala para poder determinar cuál era el más grande en base a la cantidad de puntos de venta que posee, seleccionar de la marca de bebidas refrescantes con jugo de naranja que mayor espacio ocupaban en góndola y luego se recolectaron datos cuantitativos resultantes del análisis de las muestras de bebidas que fueron sometidas a tres diferentes temperaturas, para determinar su contenido de vitamina C, con el fin de determinar el orden de reacción de la degradación de esa vitamina y finalmente obtener el modelo matemático que describe su cinética de reacción.

- Tipo de estudio

El estudio realizado es tipo mixto, que es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio. Es cualitativo porque se usaron técnicas de recopilación de datos de fuentes de información escrita y observada y es cuantitativo porque durante el estudio se generaron datos numéricos que se utilizaron para modelación matemática (Hernandez, Fernández-Collado y Baptista, 2014).

Fue un estudio transversal que se utiliza cuando la investigación se centra en analizar cuál es el estado de una o diversas variables en un momento dado, o bien en cuál es la relación de un conjunto de variables en un punto en el tiempo. En este caso el estudio tuvo un inicio y un final al concluir la redacción de este informe.

- Alcance

El alcance del trabajo de investigación fue de tipo descriptivo, ya que su propósito era describir el estado, características, factores y otros aspectos presentes o situaciones o fenómenos naturales. El alcance de este enfoque no permite la comprobación de hipótesis ni la predicción de resultados, sin embargo, con este tipo de investigación es posible caracterizar globalmente el objeto en estudio (Lerma, 2009).

- Variables e indicadores

Las variables evaluadas en esta investigación, así como los indicadores asociados se detallan en la Tabla I.

Tabla I. Variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo
Supermercado más grande de la ciudad de Guatemala.	Establecimiento comercial de venta al por menor en el que se expenden todo género de artículos alimenticios, bebidas, productos de limpieza, entre otros, y en el que el cliente se sirve a sí mismo y paga a la salida.	Conteo de los puntos de venta o sucursales de cada marca de supermercado ubicado en la ciudad de Guatemala, listados en su página web o Facebook.	Cantidad de puntos de venta de los supermercados de la ciudad de Guatemala.	Independiente Cualitativa
Selección de las marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja.	Distintivo o señal que el fabricante pone a los productos de su industria, y cuyo uso le pertenece exclusivamente. Marca de fábrica o de comercio que, inscrita en el registro competente, goza de protección legal.	Listado de las marcas, de bebidas que contienen jugo de naranja, disponibles el día de la recolección de datos, en el supermercado seleccionado.	Listado, detalle y descripción de las marcas de bebidas no carbonatadas. Espacio en metros cuadrados que ocupa el producto en góndola.	Independiente Cualitativa
Concentración de vitamina C.	Magnitud que expresa la cantidad en masa de vitamina C por unidad de volumen,	Titulación volumétrica por yodimetría, medida cada siete días.	Concentración de vitamina C en mg/mL, en cada marca de bebida,	Dependiente Cuantitativa

Continuación de la tabla I.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo
	y cuya unidad usando el sistema internacional de unidades es el mg por mL.		sometida a tres temperaturas definidas (22 °C, 32 °C y 42 °C).	
Orden de reacción de la degradación de la vitamina C	El orden de reacción con respecto a cierto reactivo, es el exponente al que están elevadas sus concentraciones en la ecuación de velocidad de reacción.	Potencia a la que está elevada la concentración de la vitamina C.	Orden de reacción. Valor de correlación R.	Dependiente Cuantitativa
Modelo matemático de la cinética de degradación térmica de la vitamina C.	Es un esquema simplificado e idealizado constituido por símbolos y relaciones matemáticas, que describe la velocidad con que la vitamina C disminuye su concentración en el tiempo, por influencia de la temperatura.	Ecuación matemática $y = f(x)$.	Modelo matemático de tendencia de los datos: $y=f(x)$. (Ecuación 1) Valor de correlación R.	Dependiente Cuantitativo

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de análisis de información

Para el análisis de los datos generados en el laboratorio se emplearon técnicas de estadística descriptiva, aplicando las medidas de variabilidad, desviación estándar y varianza, para evaluar el grado de dispersión de los datos.

Para analizar la relación entre la temperatura y la concentración de vitamina C, se usó el coeficiente de correlación de Pearson simbolizado con la letra R. Asimismo, el modelo matemático de la cinética de degradación térmica se obtuvo mediante un análisis de regresión lineal.

Otra prueba estadística también empleada fue el análisis de varianza de un solo factor (ANOVA), usando el programa MS Excel, para comparar las constantes de reacción de las dos diferentes marcas evaluadas.

INTRODUCCIÓN

A través de esta investigación se busca realizar una innovación estudiando la cinética de degradación de la vitamina C por efecto de la temperatura, en bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, porque esta vitamina es sensible a diferentes factores, convirtiéndola en un nutriente de relativa complejidad para el manejo a lo largo de la cadena de suministro; principalmente porque el producto terminado en muchas ocasiones es almacenado en condiciones no controladas lo que genera la necesidad de conocer la velocidad con que esta vitamina se deteriora durante el almacenamiento, porque la disminución de su concentración supone reparos para la industria, al generar incumplimientos de las tolerancias establecidas en las regulaciones así como menor disponibilidad de la vitamina para el consumidor final.

La investigación se realizó en una industria de alimentos donde, además de otros productos, se fabrican bebidas no carbonatas. La planta de producción está ubicada en el departamento de Guatemala, y el estudio consistió en la selección de dos marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, comercializadas en supermercados de la ciudad de Guatemala y contenidas en envases similares pudiendo ser estos: cartón, cartón laminado, botella plástica o lata de aluminio. El tipo de envase de los productos a estudiar estuvo supeditado al que poseía la marca que ocupaba mayor espacio en góndola el día de la recolección de datos.

Las muestras de los productos de las marcas elegidas fueron sometidas a tres diferentes temperaturas para medir su concentración de vitamina C a intervalos de tiempo definidos, mediante análisis volumétrico de óxido reducción con yodo, con la finalidad de determinar su modelo cinético de degradación

térmica para comprender la forma en que las condiciones de temperatura afectan la conservación de la vitamina C durante el almacenamiento. De esta forma, los datos experimentales se evaluaron usando las ecuaciones cinéticas integradas de velocidad, para determinar el orden de reacción y el modelo cinético que mejor describe la degradación de la vitamina C por efecto de la temperatura.

El estudio aporta el beneficio de conocer el modelo matemático de degradación de la vitamina C y así llegar a establecer los ajustes o mejoras requeridas en las formulaciones y en el manejo del producto, para que los niveles de la vitamina C se mantengan en los valores declarados en la etiqueta, pues además de cumplir con el aporte nutricional ofrecido en la bebida, los fabricantes puedan evitar desviaciones de las tolerancias establecidas en las regulaciones vigentes para esta categoría de productos.

El presente informe está conformado por cinco capítulos, el primero contiene los antecedentes, el segundo capítulo una revisión documental de distintas fuentes de información que conforman el marco teórico de este proyecto. El tercer capítulo comprende el desarrollo de la investigación. El cuarto capítulo muestra los resultados obtenidos y el modelo matemático que describe la cinética de degradación térmica de la vitamina C. Finalmente el quinto capítulo expone una discusión y análisis de los resultados obtenidos durante la investigación, finalizando con una serie de conclusiones y recomendaciones.

1. ANTECEDENTES

Según un informe presentado en el 2016 por el proyecto Asistencia Técnica en Alimentación y Nutrición (FANTA, por sus siglas en inglés), en Guatemala la deficiencia de micronutrientes es un tema de relevancia que además de estar asociado a la pobreza se ve potenciado por los hábitos alimenticios de las personas, que han tenido cambios en el tiempo, con un aumento importante de consumo de alimentos procesados, de los cuales varios han sido fortificados voluntariamente por la industria con el objeto de darles un valor agregado. Sin embargo, para obtener el máximo beneficio esperado, se debe mantener los niveles de concentración de los micronutrientes en el alimento y conocer como determinadas condiciones influyen en el mantenimiento o reducción de esos niveles.

Bastías y Cepero (2016), mencionan que la vitamina C es usada comúnmente para el enriquecimiento de bebidas sin alcohol porque es fácil añadirla en el proceso, sin embargo, también destacan que esta vitamina presenta sensibilidad marcada a tres factores que son: luz, temperatura y oxígeno, los cuales la afectan negativamente y con facilidad durante las diferentes etapas de producción del alimento, así como durante el período que permanece resguardado en bodega.

Los autores referidos también señalan que, aunque actualmente la venta de productos enriquecidos con ácido ascórbico ha incrementado, no se dispone de muchos estudios científicos relacionados con su estabilidad, lo que soporta la necesidad de investigar más el deterioro de la vitamina C frente a factores

ambientales, principalmente por la ya mencionada creciente tendencia a usarla como micronutriente en bebidas de costo relativamente accesible.

En una revisión realizada por Sheraz, Marium, Ahmed, Sadia y Ahmad (2015), sobre la estabilidad y estabilización de la vitamina C, se menciona que su rápido deterioro en medios acuosos es una variable crítica por ser considerada en la formulación de productos, pues al igual que otros autores, consideran que su degradación depende entre otras variables, de la temperatura y forma de almacenamiento. Aunque la revisión estuvo enfocada en medicamentos y cosméticos, esta aseveración tiene validez en la industria de alimentos, pues en esa misma revisión indicaron que la vitamina C o ácido ascórbico, se ha usado en jugos de fruta y bebidas para mejorar su calidad nutricional y que se han hecho estudios de estabilidad en algunos néctares de fruta, pues las bebidas son soluciones acuosas en las que la vitamina se verá afectada por los factores ya mencionados.

Chowdhury et al. (2016), describieron un procedimiento para medir la concentración de vitamina C, considerando su miscibilidad con agua y el uso de un agente que revierte la oxidación en solución acuosa, lo que permite que a través de una titulación volumétrica con yodo se pueda determinar su contenido. En el procedimiento detallado por Chowdhury et al. (2016), la reacción entre el yodo y el almidón indica el punto final generando un producto azul-negro resultante de la reacción de este último, con el exceso de yoduro remanente de la oxidación completa de la vitamina C.

Usando esta metodología para medir la cantidad de vitamina C en un alimento que ha sido almacenado a diversas temperaturas durante períodos definidos, puede estudiarse la cinética de degradación de la vitamina C por influencia de la temperatura.

Mendoza, Arteaga y Pérez (2017), realizaron una investigación para evaluar “la cinética de degradación de la vitamina C en un producto en polvo a base de pulpa de mango y lactosuero” (p.125). Concluyeron que la vitamina C tiene más estabilidad a temperatura de refrigeración (4 °C) afirmando que:

El estudio de la cinética de degradación de la vitamina C ayuda a entender el comportamiento de un determinado producto y sus componentes, lo cual permite predecir las mejores condiciones de almacenamiento, el tiempo de vida media y la vida útil de dicho producto. (p.127)

Lo expuesto en la investigación de Mendoza, Arteaga y Pérez (2017), está en congruencia con lo indicado por Faramade (2007) en su estudio donde menciona que “la mejor manera de estudiar la degradación de un compuesto es determinar la cinética de su reacción de degradación” (p.1813). Así mismo, Sapei y Hwa (2014), quienes llevaron a cabo un estudio de degradación de vitamina C en jugos de fresas, puntualizan que “los modelos cinéticos pueden usarse no solo para evaluaciones objetivas, rápidas y económicas de la calidad de los alimentos, sino que también pueden emplearse para predecir la influencia de varias variables experimentales en los valores nutricionales críticos” (p.63).

Durante la revisión de fuentes de información se encontraron varios estudios sobre el deterioro de vitamina C en las frutas como tal (sin procesar), en sus jugos y néctares, sin embargo, hay poca información sobre la cinética de disminución de la cantidad de vitamina C en bebidas no carbonatas a las que se haya adicionado determinadas cantidades de jugo de fruta.

Kadalkal, Duman y Ekinci (2018), refieren que para el diseño y desarrollo de nuevos productos es fundamental considerar los modelos cinéticos de

tratamiento térmico o su principal proceso de fabricación pues estos brindan la posibilidad de poder predecir la calidad de los productos. De esta manera, puede establecerse la importancia de incorporar modelos cinéticos en la formulación de nuevos productos, así como su estudio para comprender mejor los factores de influencia sobre la estabilidad y calidad sensorial y nutricional de un alimento.

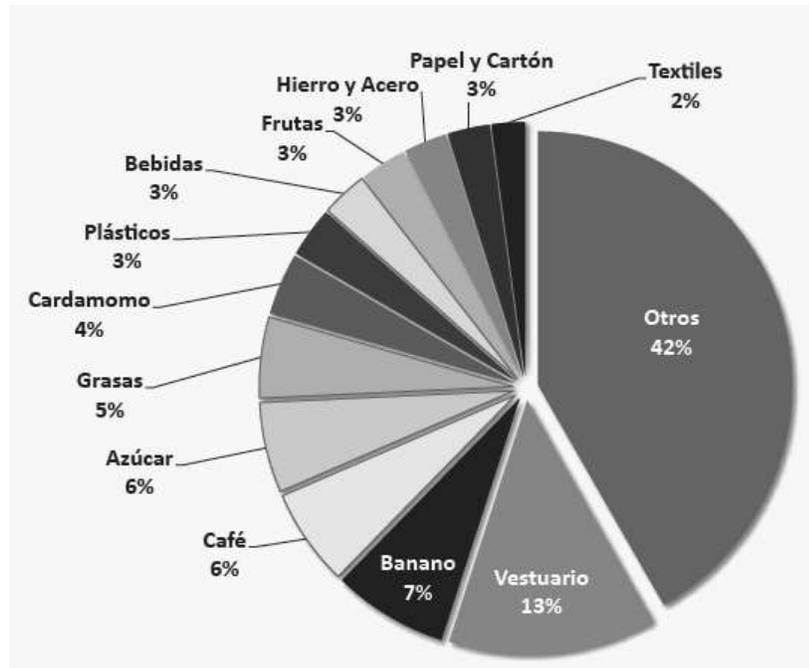
2. MARCO TEÓRICO

2.1 La industria de bebidas

De acuerdo a la Oficina Internacional del Trabajo (1998), la industria de bebidas está conformada por dos grandes grupos, las bebidas alcohólicas y las bebidas no alcohólicas, encontrándose en este último las bebidas no carbonatadas, que son aquellas a las que no se ha adicionado agua carbonatada o con dióxido de carbono gaseoso. Dicho organismo también menciona que estas compañías han evolucionado y muchas de ellas han dejado de ser empresas locales para convertirse en grandes corporaciones que abastecen mercados internacionales, debido a que adoptaron técnicas de producción masiva que facilitaron su rápido crecimiento y también a avances tecnológicos en los materiales de empaque y procesos de envasado que permitieron incrementar considerablemente el tiempo de vida útil de las bebidas, permitiendo de esta forma que sean accesibles en diferentes ubicaciones geográficas.

Según el *Informe Guatemala en Cifras*, emitido por el Banco de Guatemala en 2019, el crecimiento de la industria de bebidas también ha sido considerable en el país y las bebidas están entre los principales productos de exportación de Guatemala ocupando el tres por ciento de las mismas, como puede apreciarse en la Figura 1.

Figura 1. Principales productos que exportó Guatemala en el año 2018



Fuente: Banco de Guatemala. (2019). *Guatemala en Cifras*. Consultado el 15 de septiembre de 2021. Recuperado de http://www.banguat.gob.gt/Publica/guatemala_en_cifras_2019.pdf

La Oficina Internacional del Trabajo (1998), afirma que la industria de bebidas es un sector económico importante que genera una considerable cantidad de empleos y que cada categoría de bebida produce ingresos del orden de billones de dólares anuales.

Lo anterior está en concordancia con el *Informe Económico y Comercial Guatemala*, elaborado por la Oficina Económica y Comercial de España en Guatemala (2019), que refiere que un hogar guatemalteco medio destina el 3.03 % del gasto para el consumo de bebidas no alcohólicas y el 30.47 % para el consumo de alimentos, aclarando que el esquema no es el mismo para los

diferentes segmentos socioeconómicos, centrándose la mayor oferta y demanda en el departamento de Guatemala.

2.1.1 Clasificación de las bebidas

La *Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios* (Codex Alimentarius, 2019a), GSFA por sus siglas en inglés, presenta un sistema de clasificación de alimentos, que se aplica a todas las categorías de productos. Este sistema de clasificación, que es de tipo jerárquico, incluye una descripción de los alimentos que comprenden cada categoría, así como las ordenanzas sobre el uso de aditivos alimentarios. Según este sistema de categorización, las bebidas no alcohólicas están compuestas por cuatro subcategorías principales siendo una de ellas las “bebidas a base de agua aromatizadas, incluidas las bebidas para deportistas, bebidas electrolíticas y bebidas con partículas añadidas” (Codex Alimentarius, 2019a, p.17), que a su vez se subdivide en tres grupos entre los que están las “bebidas a base de agua aromatizadas sin gas, incluidos los ponches de fruta y las limonadas y bebidas similares” (Codex Alimentarius, 2019a, p.17), las cuales forman parte de las bebidas que en la industria se conocen comúnmente como “bebidas no carbonatadas debido a que en la versión del GSFA en idioma inglés, la categoría se llama *Non-carbonated water-based flavoured drinks, including punches and ades*” (Codex Alimentarius, 2019b, p.16).

2.1.2 Bebidas no carbonatadas

De acuerdo con la *Norma General para los Aditivos Alimentarios Codex Stan 192-1995* (Codex Alimentarius, 2019b), “las bebidas no carbonatadas comprenden aquellas a base de agua, con sabor, sin adición de gas (p.43).” También forman parte de estas categorías las fabricadas con jugo de frutas u

hortalizas, bebidas similares saborizadas, bebidas isotónicas y las denominadas energéticas, sin adición de gas.

En Centroamérica existe un reglamento técnico que también establece un sistema de clasificación para los alimentos y por consiguiente a las bebidas, se trata del *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:18 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*, el cual corresponde a una adopción de la norma Codex mencionada en su versión vigente, más la inclusión de aditivos no contemplados en la norma Codex.

2.1.3 Proceso de producción de bebidas no carbonatadas

La Asociación Nacional de Fabricantes de Bebidas Refrescantes Analcohólicas, ANFABRA (2006), establece que las bebidas refrescantes son aquellas que no contienen alcohol, preparadas con agua previamente tratada para su potabilización, pudiendo contener entre otros ingredientes: jugo de fruta, azúcar, anhídrido carbónico y otros aditivos permitidos como por ejemplo aromas y vitaminas. El proceso de fabricación de las bebidas no carbonatadas inicia con el acondicionamiento del agua potable, continuando con la mezcla de ingredientes en un mezclador para luego ser sometidas a un procesamiento térmico que garantiza su inocuidad, lo que puede ocurrir antes de envasarlas o al estar en su envase, para finalmente ser codificadas o etiquetadas y embaladas quedando listas para su distribución.

2.2 Vitamina C o ácido ascórbico

Alba N. et al. (2008), refiere que las vitaminas son sustancias químicas necesarias para los procesos del cuerpo, su principal acción es que las funciones biológicas se lleven a cabo adecuadamente y se dividen en dos grupos: las que

se disuelven en grasa o liposolubles y las que se solubilizan en agua o hidrosolubles, que no pueden almacenarse en el cuerpo por lo que deben ser ingeridas con regularidad.

San Mauro-Martín y Garicano-Vilar, (2015), indican que dentro de ese grupo de vitaminas se encuentra el ácido ascórbico o vitamina C, que desempeña un papel relevante en el organismo porque entre otros, hace que la absorción de hierro aumente y su función antioxidante protege al organismo cobrando importancia para el sistema inmune. Alba N., et al. (2008) también indica que esta vitamina es necesaria para la adecuada osificación de huesos y dientes, interviene en el proceso de cicatrización de heridas y en la asimilación de determinados aminoácidos y tiene la particularidad de que es muy sensible a los tres factores siguientes:

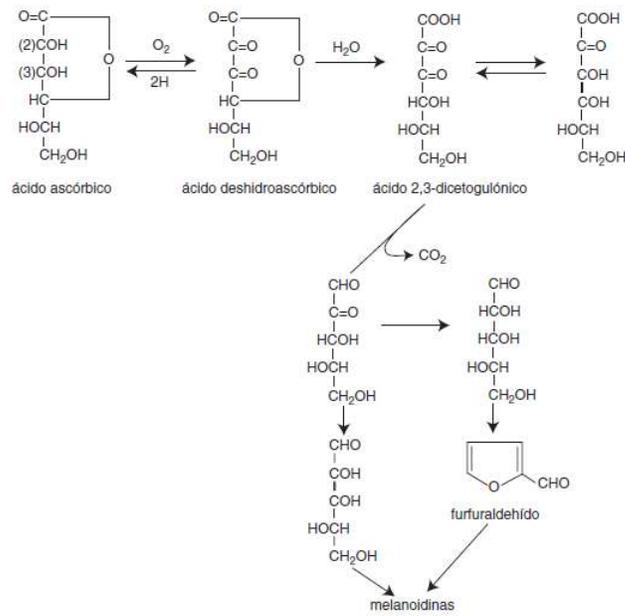
- Luz
- Temperatura
- Oxígeno

Sin embargo, como señala Naidu (2014), la mayoría de las plantas y animales sintetizan vitamina C, pero los humanos no pueden sintetizar esta vitamina debido a la falta de la enzima gulonolactona oxidasa, lo que hace necesario obtenerla a través de la dieta, por ello la importancia de la fortificación de alimentos con esta vitamina.

Badui (2006) explica que la vitamina C se oxida fácilmente mediante una reacción de oxidación-reducción, dando como producto ácido deshidroascórbico, que se sigue oxidando y se transforma en ácido 2,3-dicetogulónico que no tiene actividad biológica y que por medio de la degradación de Strecker produce anhídrido carbónico y furfural que al polimerizarse forma melanoidinas de forma

similar a las que aparecen como resultados del pardeamiento no enzimático, lo que se traduce en cambio en la apariencia del alimento. En la Figura 2 se muestra la reacción de descomposición de la vitamina C.

Figura 2. Degradación del ácido ascórbico



Fuente: Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*.

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, JECFA, en sus especificaciones para aditivos alimentarios, describe el ácido ascórbico fabricado industrialmente, como un polvo blanco cristalino, inodoro, de fórmula química $C_6H_8O_6$, y nombre químico L-ácido ascórbico y uso funcional como antioxidante (JECFA, 2006).

2.2.1 Funciones tecnológicas del ácido ascórbico en los alimentos

Según la *Norma General para los Aditivos Alimentarios Codex Stan 192-1995* (Codex, 2018), además de sus funciones en el organismo, el ácido ascórbico o vitamina C tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia por las funciones tecnológicas que ofrece pudiéndose desempeñar como antioxidante, secuestrante y regulador de acidez entre otras.

Duran (2007), refiere que de las funciones mencionadas, la de antioxidante es ampliamente conocida en la industria de bebidas porque la reacción de oxidación puede alterar el color, sabor y olor en los alimentos, con la particularidad de que la reacción continúa su curso hasta que las sustancias sobre las que tiene influencia se han oxidado completamente, motivo por el que los antioxidantes son de gran utilidad en la formulación de productos porque aunque estos no tienen la capacidad de evitar la oxidación de forma definitiva, pueden retrasar las alteraciones oxidativas del producto en que se aplican.

2.2.2 Cuantificación de vitamina C por yodometría

Fennema (2000), indica que el ácido ascórbico es capaz de donar electrones, secuestrar metales, eliminar oxígeno y contribuir en la formación de productos de pardeamiento que tienen actividad antioxidante y debido a estas propiedades es posible determinar su concentración mediante una reacción de oxidorreducción con yodo. Según la Farmacopea Argentina (2003), la valoración del ácido ascórbico se puede realizar adicionando ácido sulfúrico y usando almidón como indicador para titularlo con yodo 0,1 N considerando que cada mL de yodo 0.1 N equivale a 8.81 mg de ácido ascórbico.

2.3 Cinética química

Navarro-Laboulais, Cuartas, Ortega, Fuentes, y Abad (2017), mencionan que en todo experimento de cinética química, es necesario como mínimo, determinar tres parámetros: “el orden de reacción, el coeficiente o constante cinética y la energía de activación” (p.16), y recomiendan como paso inicial aplicar técnicas para la estimación de los órdenes de reacción porque a partir de estos valores se podría calcular el coeficiente cinético y finalmente estimar la energía de activación con la finalidad de analizar el efecto de la temperatura sobre el coeficiente mencionado.

2.3.1 Velocidad de reacción

Se refiere a la celeridad con que cambia la cantidad de un reactivo o un producto, en el transcurso del tiempo, en una reacción química (Cinética química, 2011).

Logan (2000), refiere que la ley de velocidad, para una reacción química, es una expresión matemática que relaciona la prontitud con que ocurre una reacción y las concentraciones de los reactantes o productos que participan en ella. De esta manera, para la reacción hipotética siguiente:



Según Logan (2000), asumiendo que la concentración del reactante A disminuye con el tiempo, la velocidad puede expresarse como una ecuación diferencial:

$$v = -\frac{dA}{dt} \quad (\text{Fórmula 2})$$

$$v = -k[A]^n \quad (\text{Fórmula 3})$$

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^n \quad (\text{Fórmula 4})$$

Donde:

[A] = concentración de A

v = velocidad

k = constante de velocidad

n = orden de reacción

Logan (2000), refiere que como se observa en las fórmulas 2 a 4, la ley de velocidad se expresa como una ecuación diferencial, que puede usarse para representar la modificación de la concentración de reactante o producto a nivel molecular en función del tiempo. Sin embargo, la ley de velocidad también puede expresarse como una ecuación integrada que describe la concentración real obtenida mediante experimentación, de reactivos o productos, en función del tiempo.

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^n \quad (\text{Fórmula 5})$$

$$-\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{f([A])} = k \int_0^t dt \quad (\text{Fórmula 6})$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{f([A])} = -k t \quad (\text{Fórmula 7})$$

2.3.2 Orden de reacción

Se refiere al exponente que afecta la cantidad de un reactivo en la ecuación que expresa su velocidad reacción (Cinética química, 2011), como se muestra en la fórmula 3.

De acuerdo con Logan (2000), las ecuaciones de velocidad integradas ofrecen una alternativa práctica para determinar el orden de reacción a través de datos experimentales, pues al obtener la concentración de un reactante a largo del tiempo, puede generarse un gráfico que tiene forma característica y puede usarse para identificar el orden de reacción, considerando que las concentraciones se obtienen de experimentos a temperatura constante.

La ley de velocidad integrada para una reacción de orden cero se presenta en la ecuación siguiente:

$$[A] = [A]_0 - kt \quad (\text{Fórmula 8})$$

Donde:

[A] = concentración de A

[A]₀ = concentración de A en el tiempo 0

-k = constante de velocidad

t = tiempo

La ley de velocidad integrada para una reacción de orden uno se presenta en las ecuaciones 9 y 10, Logan (2000):

$$[A] = [A]_0 e^{-kt} \quad (\text{Fórmula 9})$$

$$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt \quad (\text{Fórmula 10})$$

Donde:

\ln = logaritmo natural

$[A]$ = concentración de A

$[A]_0$ = concentración de A en el tiempo 0

$-k$ = constante de velocidad

t = tiempo

Las reacciones de segundo orden, por lo general están representadas por alguna de las ecuaciones de reacción siguientes:



La ecuación de velocidad integrada para reacciones que se ajustan este orden, tiene la forma siguiente:

$$1/[A] = 1/[A]_0 - kt \quad (\text{Fórmula 13})$$

De acuerdo con Logan (2000), la ley de velocidad integrada presenta una estructura particular para cada orden de reacción, manteniendo para todos los órdenes mencionados, la forma de la ecuación algebraica que describe una línea recta:

$$y = mx + b \quad (\text{Fórmula 14})$$

Al graficar las ecuaciones 8, 10, y 13 se obtiene una línea recta con pendiente $-k$ e intersección $[A]_0$ para reacciones de orden cero, $\ln [A]_0$ para reacciones de orden uno y $1/[A]_0$ para reacciones de orden dos.

Según Alvarado (2013), las ecuaciones cinéticas pueden aplicarse para estimar el período en que una cantidad determinada de vitamina C del alimento en estudio se destruye, mientras se encuentra almacenado a temperatura constante como refiere Logan (2000).

2.3.3 Dependencia de la temperatura

Fennema (2000), indica que usando la ecuación de Arrhenius puede determinarse el grado de influencia de la temperatura en una reacción química individual, pues los datos que cumplen con esta ecuación darán como resultado una línea recta cuando el logaritmo de la constante k se representa gráficamente frente al inverso de la temperatura.

$$k = k_0 \exp(-E/RT) \quad (\text{Fórmula 15})$$

$$\ln k = \ln k_0 - E/RT \quad (\text{Fórmula 16})$$

Donde:

$\ln k_0$ = constante de Arrhenius = A

E = energía de activación

R = constante universal de los gases (8.3145J/mol K)

T = temperatura absoluta (K)

La ecuación 16, también esta descrita por el modelo de una línea recta donde la pendiente de la gráfica es $-E/R$, y el intersección la constante de Arrhenius.

Para una reacción de primer orden, sustituyendo k de la ecuación 10, se obtiene que:

$$\ln [A]/[A]_0 = k_0 \exp(-E/RT) * t \quad (\text{Fórmula 17})$$

Donde:

k_0 = constante de Arrhenius

R = constante universal de los gases (8.3145J/mol K)

T = temperatura absoluta (K)

t = tiempo

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de investigación se llevó a cabo a través de una serie de fases que se describen a continuación.

Fase uno: revisión documental. Comprendió la revisión de diferentes fuentes de información como inicio de la investigación y cuyos productos fueron los antecedentes del problema y marco teórico. Esta fase tuvo una duración de 15 días.

Fase dos: selección de dos marcas de bebidas no carbonatadas con jugo de naranja. En esta etapa se visitaron dos supermercados ubicados en la ciudad de Guatemala para elegir las dos marcas de bebidas refrescantes con jugo de naranja, disponibles el día de la visita, que ocupaban el mayor espacio en góndola, y se adquirieron los productos elegidos para ser incubados a tres distintas temperaturas (22 °C, 32 °C y 42 °C) con el fin de ser analizados para medir su contenido de vitamina C. Esta fase tuvo una duración de tres días. La información de las bebidas se registró en el instrumento de recolección de datos que se presenta en el Apéndice 1 Marcas de bebidas refrescantes con jugo de naranja.

Fase tres: determinación del contenido de vitamina C. En esta etapa se midió el contenido de vitamina C en las bebidas sometidas a tres temperaturas establecidas (22 °C, 32 °C y 42 °C), mediante análisis volumétrico de oxidorreducción con yodo, con una periodicidad de siete días, durante un total de seis semanas. Los datos obtenidos de la medición fueron registrados en el

instrumento de recolección de datos que se presenta en el Apéndice 2
Concentración de vitamina C.

Fase cuatro: determinación del orden de reacción de degradación de la vitamina C. Esta fase comprendió la etapa de modelación matemática para determinar el orden de reacción de degradación de la vitamina C, que estuvo basada en el método de regresión lineal y cálculo del factor de correlación R. Tuvo una duración de veinticinco días.

Fase cinco: determinación del modelo matemático que describe la cinética de reacción. En esta etapa se plantea el modelo cinético de reacción de degradación térmica de la vitamina C, como un modelo matemático descrito mediante la ecuación $y = f(x)$ y tuvo una duración de diecinueve días.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las etapas metodológicas llevadas a cabo para alcanzar los objetivos de la investigación.

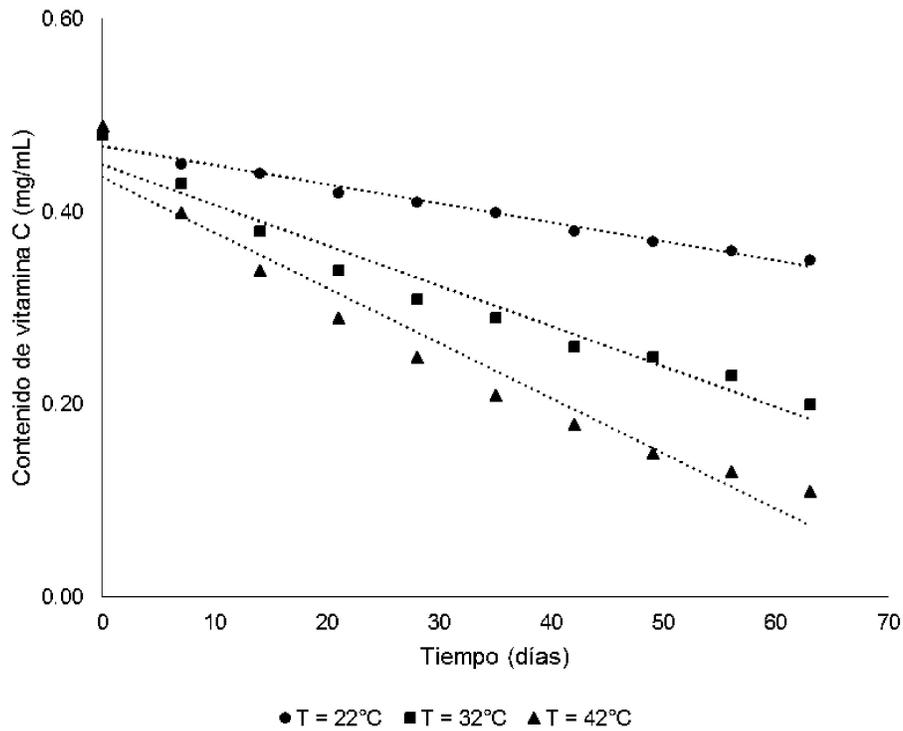
4.1 Marcas de bebidas no carbonatadas evaluadas

Se seleccionaron dos marcas de bebidas con jugo de naranja con mayor espacio de góndola en el supermercado más grande de la ciudad de Guatemala, determinado a través de la cantidad de puntos de venta disponibles en la ciudad de Guatemala. El supermercado uno fue el seleccionado por tener mayor cantidad de puntos de venta, los datos se recolectaron empleando el formulario mostrado en el apéndice uno. Las marcas evaluadas fueron seleccionadas de acuerdo con el espacio en metros cuadrados que ocupaban en góndola el día de la visita, resultando seleccionadas las marcas código 2345 y 3995, por ocupar las áreas mayores con valores de 1.21 m² y 1.41 m², respectivamente. Ambas bebidas estaban contenidas en envases plásticos.

4.2 Concentración de vitamina C

La cantidad de vitamina C, determinada mediante análisis volumétrico de óxido reducción con yodo, en las bebidas seleccionadas para el estudio, almacenadas a tres diferentes temperaturas, se presenta en la Figura 3:

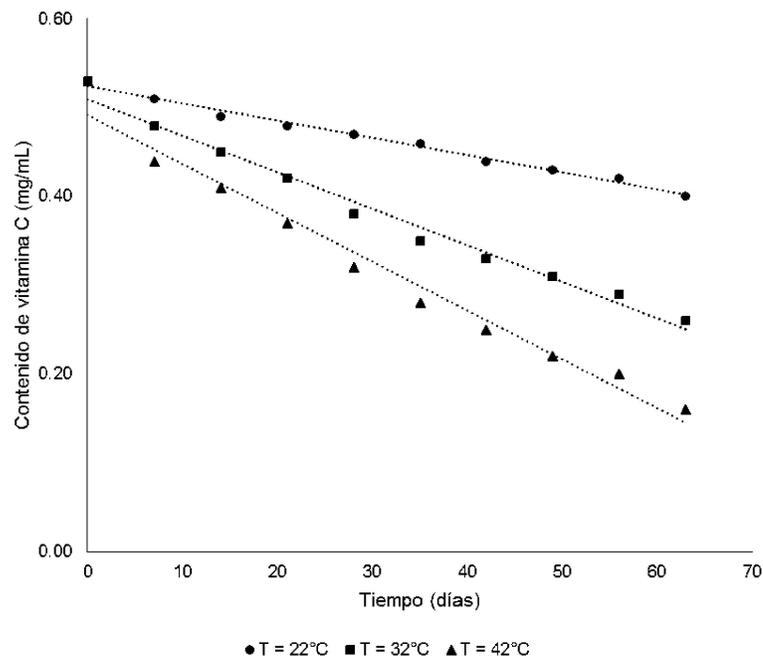
Figura 3. **Concentración de vitamina C versus tiempo para la bebida marca 2345**



Fuente: elaboración propia.

La Figura 3 muestra un diagrama de dispersión para la concentración de vitamina C de la marca 2345, versus el tiempo en días, a tres diferentes temperaturas de almacenamiento, donde se observa que la concentración decrece con el tiempo.

Figura 4. **Concentración de vitamina C versus tiempo para la bebida marca 3995**



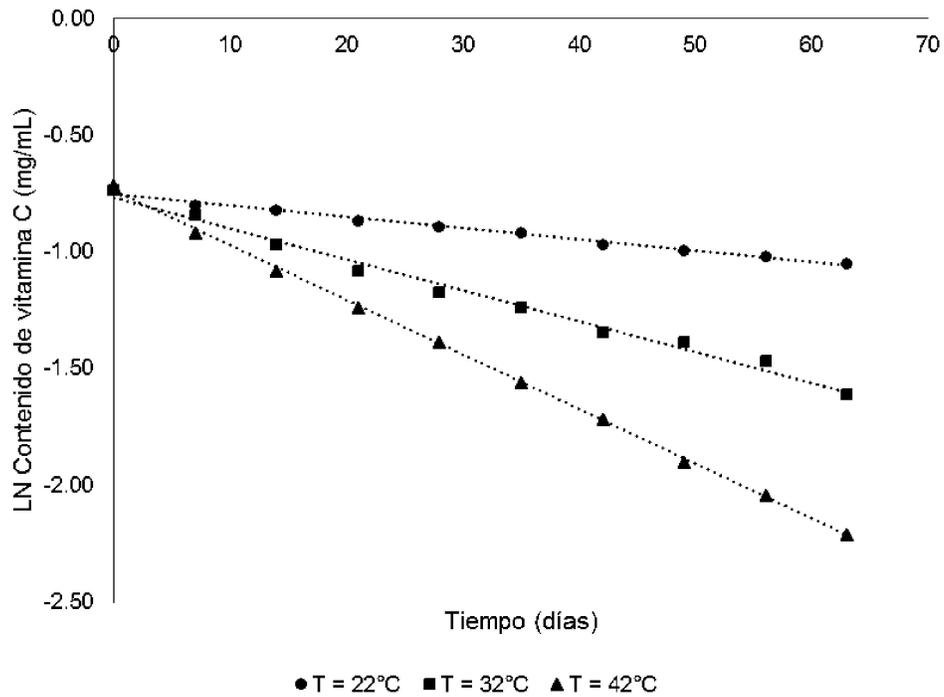
Fuente: elaboración propia.

La Figura 4 muestra un diagrama de dispersión para la concentración de vitamina C de la marca 3995, versus el tiempo en días, a tres diferentes temperaturas de almacenamiento, donde se observa que la concentración decrece con el tiempo.

4.3 Orden de reacción de la degradación térmica de vitamina C

El orden de reacción de la degradación de vitamina C en las bebidas evaluadas se obtuvo de la Figura 5, Figura 6 y de la Tabla II.

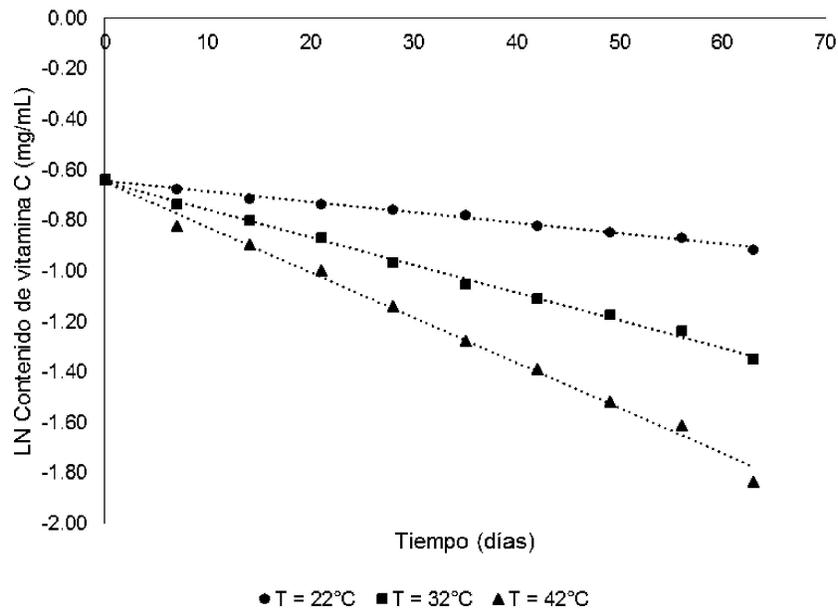
Figura 5. **Logaritmo natural de la concentración de vitamina C versus tiempo, para la bebida marca 2345**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 5 se presenta el diagrama de dispersión del logaritmo natural de la concentración de vitamina C de la marca 2345, versus tiempo en días, a tres diferentes temperaturas de almacenamiento. La gráfica muestra que la concentración de vitamina C decrece con el tiempo.

Figura 6. **Logaritmo natural de la concentración de vitamina C versus tiempo para la bebida marca 3995**



Fuente: elaboración propia.

La Figura 6 presenta el diagrama de dispersión para el logaritmo natural de la concentración de vitamina C de la marca 3995, versus tiempo en días, a tres diferentes temperaturas de almacenamiento. La gráfica muestra que la concentración de vitamina C decrece con el tiempo.

En la Tabla II se presentan los coeficientes de correlación R^2 para las regresiones lineales obtenidas a partir del logaritmo natural de la concentración de vitamina C, versus el tiempo a tres diferentes temperaturas. De esta tabla se observa que, para ambas marcas de bebida refrescante, el mayor grado de correlación se obtiene para las ecuaciones de orden de reacción uno, a las tres temperaturas evaluadas.

Tabla II. **Coefficientes de correlación R^2 para los órdenes de reacción de degradación de vitamina C**

Marca	Cinética de reacción	Temperatura de almacenamiento		
		22 °C	32 °C	42 °C
2345	Orden 0	0.9891	0.9604	0.9821
	Orden 1	0.9921	0.9903	0.9997
	Orden 2	0.9895	0.9865	0.9609
3995	Orden 0	0.9908	0.9837	0.9781
	Orden 1	0.9915	0.9965	0.9949
	Orden 2	0.9885	0.9887	0.9516

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla II se detallan los coeficientes de correlación R^2 para las regresiones lineales obtenidas a partir del logaritmo natural de la concentración de vitamina C, versus el tiempo a tres diferentes temperaturas. Los valores muestran que existe una fuerte relación entre el logaritmo natural de la concentración de vitamina C y el tiempo.

Tabla III. **Coefficiente de correlación de Pearson para cinética de primer orden**

Marca	Temperatura de almacenamiento		
	22 °C	32 °C	42 °C
2345	0.9960	0.9951	0.9998
3995	0.9957	0.9982	0.9974

Fuente: elaboración propia.

La Tabla III presenta los coeficientes de Pearson para los modelos cinéticos de orden uno, que se muestran en la Tabla IV. Los valores obtenidos son cercanos a uno para las tres temperaturas a que se sometió el producto.

4.4 Modelo matemático de la cinética de reacción de degradación de la vitamina C

En la Tabla IV se muestran los modelos matemáticos que describen la cinética de degradación térmica de la vitamina C, con orden de reacción uno, para las bebidas marca 2345 y 3995, a tres diferentes temperaturas. Los coeficientes de correlación expuestos en la Tabla II para orden de reacción uno, corresponden a estas ecuaciones.

Tabla IV. Modelos matemáticos que describen la cinética de degradación térmica de la vitamina C

Temperatura	Marca 2345	
	Modelo cinético	DE
22 °C	$\text{Ln [A]} = -0.746821 - 0.00524162*t$	0.0105143
32 °C	$\text{Ln [A]} = -0.769382 - 0.0131811*t$	0.0293356
42 °C	$\text{Ln [A]} = -0.745768 - 0.0232242*t$	0.0089636
Temperatura	Marca 3995	
	Modelo cinético	DE
22 °C	$\text{Ln [A]} = -0.641926 - 0.00417961*t$	0.0086977
32 °C	$\text{Ln [A]} = -0.64790 - 0.0109145*t$	0.0144826
42 °C	$\text{Ln [A]} = -0.638004 - 0.0180763*t$	0.0289968

Fuente: elaboración propia.

Para las ecuaciones de la Tabla IV:

$\ln [A]$ = logaritmo natural de la concentración de vitamina C

t = tiempo en días

DE = desviación estándar

A partir de los modelos matemáticos de la Tabla IV, y considerando que la pendiente de la línea que estos describen corresponde a la constante cinética de velocidad o velocidad de reacción, se obtienen los valores de la Tabla V.

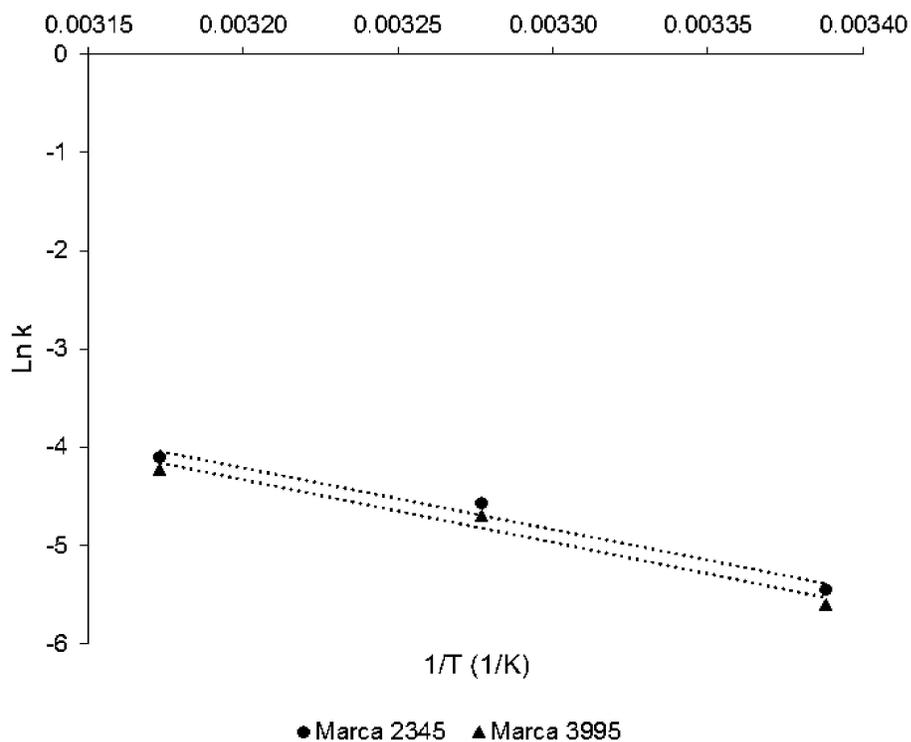
Tabla V. **Constantes de velocidad de reacción de primer orden**

Marca	Temperatura de almacenamiento					
	22 °C	DE	32 °C	DE	42 °C	DE
2345	0.00524	0.00017	0.013181	0.00046	0.02322	0.00014
3995	0.00418	0.00014	0.01091	0.00023	0.01808	0.00046

Nota: DE = desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Logaritmo natural de k en función del inverso de la temperatura**



Fuente: elaboración propia.

La Figura 7 presenta gráficamente la relación entre el logaritmo natural de la constante k y el inverso de la temperatura a que se determinó, para ambas marcas de bebida. La gráfica muestra una relación negativa y de la pendiente de las líneas que describe se obtuvo la energía de activación que se presenta en la Tabla VI.

Tabla VI. **Ecuaciones de Arrhenius**

Marca	Ecuación de Arrhenius	R²	DE
2345	$\ln k = 18.3072 - 6938.64 \cdot 1/T$	0.9861	0.125294
3995	$\ln k = 17.7332 - 6831.28 \cdot 1/T$	0.9750	0.166281

Nota: DE = desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla VI se presentan las ecuaciones de Arrhenius para la cinética de orden uno. Aplicado la ecuación 16, se obtiene que la energía de activación es de 58 kJ/mol y 57 kJ/mol, para las marcas 2345 y 3995 respectivamente.

Del análisis de varianza (ANOVA) para las ecuaciones de Arrhenius se obtiene que el valor F para la marca 2345 es de 70.917 y para la marca 3995 es de 39.029, en ambos casos el valor F con un nivel de significancia (α) de 0.05 es 18.513.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Marcas de bebidas no carbonatadas evaluadas

Se seleccionaron dos marcas de bebidas con jugo de naranja con mayor espacio de góndola en el supermercado más grande de la ciudad de Guatemala, determinado a través de la cantidad de puntos de venta disponibles en la ciudad de Guatemala. El supermercado donde se realizó la toma de muestras fue seleccionado por tener mayor cantidad de puntos de venta, los datos recabados se muestran en el apéndice 1.

Las marcas evaluadas fueron seleccionadas según el área en metros cuadrados que ocupaban en góndola el día de la visita, resultando las marcas código 2345 y 3995 las que mayor área ocupaban en el estante con valores de 1.21 m² y 1.41 m², respectivamente. Ambas marcas estaban contenidas en envases plásticos en presentación menor a 500 mL por envase, y se trata de bebidas no carbonatadas a las que se ha adicionado una determinada cantidad de jugo de naranja y ácido ascórbico, con base en lo declarado en los ingredientes del producto.

5.2 Concentración de vitamina C

En la Figura 3 y Figura 4, se presentan diagramas de dispersión para la concentración de ácido ascórbico, determinada a través de titulación con yodo, a través del tiempo, para las dos marcas comerciales evaluadas durante su almacenamiento a tres diferentes temperaturas. En estas gráficas se observa que

la concentración de vitamina C decrece con el tiempo por lo que tienen una relación negativa a cualquiera de las temperaturas evaluadas y su comportamiento es lineal.

Esta tendencia exhibida por la concentración, a disminuir en función del tiempo, está en concordancia con lo expuesto por Alba N. et al. (2008), quienes refieren que la vitamina C es muy sensible a la temperatura, pues como refiere Fennema (2000), el calor acelera el proceso de oxidación de esta vitamina.

La disminución observada de la concentración de ácido ascórbico en el tiempo, para una temperatura determinada, está en concordancia con lo señalado por Fennema (2000), quien refiere que la temperatura es probablemente el factor de mayor relevancia en el estudio de alimentos por el grado de influencia que ejerce en diversos tipos de reacciones químicas, y como se ve en las figuras tres y cuatro, la oxidación del ácido ascórbico también se vio afectada por esta variable.

5.3 Orden de reacción de la degradación térmica de vitamina C

La determinación del orden de reacción se realizó a partir del ploteo de datos obtenidos de concentración de vitamina C en función del tiempo, para establecer su grado de ajuste con las ecuaciones integradas de velocidad de reacción a tres diferentes temperaturas, pues según Alvarado (2013), las ecuaciones cinéticas integradas pueden aplicarse para estimar el período en que una cantidad determinada de vitamina C del alimento se destruye, mientras se encuentra almacenado a temperatura constante como refiere Logan (2000).

En la Tabla II se muestran los coeficientes de correlación R^2 obtenidos a partir de la regresión lineal de la concentración versus tiempo, graficando los valores de ordenadas y abscisas de acuerdo con las ecuaciones integradas de velocidad, como se muestra en las ecuaciones ocho, 10 y 13 de este documento, con el fin de verificar su grado de ajuste a las ecuaciones cinéticas de orden cero, uno y dos.

Los coeficientes de correlación R^2 obtenidos, muestran que los valores experimentales se ajustan mejor al modelo cinético de primer orden, por presentar valores de correlación más altos. Alvarado (2013), menciona que en estudios previos de descomposición de vitamina C en jugo puro de naranja, que se encontraba en estado líquido, han verificado que la degradación del ácido ascórbico es una reacción de orden uno y que su velocidad está en función de la temperatura. Al tratarse de una bebida no carbonatada adicionada con jugo de naranja y ácido ascórbico, lo expresado por Alvarado (2013), puede tomarse como punto de referencia al no existir estudios cinéticos específicos para el tipo de bebidas investigadas.

Los valores de la Tabla III corresponden al coeficiente de correlación de Pearson, R, y al presentar valores cercanos a uno, evidencian que existe una fuerte relación entre la concentración de vitamina C y el tiempo, para las tres temperaturas evaluadas.

5.4 Modelo matemático de la cinética de reacción de degradación de la vitamina C

En la Tabla IV se muestran los modelos matemáticos que describen la cinética de degradación térmica de la vitamina C, con orden de reacción uno, para las bebidas marca 2345 y 3995, a tres diferentes temperaturas.

Al graficar las ecuaciones 8, 10, y 13 se obtiene una línea recta con pendiente $-k$ e intersección $[A]_0$ para reacciones de orden cero, $\ln [A]_0$ para reacciones de orden uno. A partir de las constantes de velocidad calculadas se obtuvieron las ecuaciones de Arrhenius de la Tabla 6, para estos modelos el valor F indica que efectivamente hay relación de dependencia entre el inverso de la temperatura y el logaritmo natural de la constante de velocidad con una significancia de 0.05.

CONCLUSIONES

1. Las marcas seleccionadas para el estudio ocupaban en la góndola de los supermercados, áreas similares, siendo en promedio 1.21 m² y 1.41 m², de lo que se infiere estos productos tienen rotación mayor que el resto de las marcas exhibidas.
2. La degradación térmica de la vitamina C en bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, aumenta al incrementar la temperatura y el tiempo de almacenamiento.
3. La degradación térmica de la vitamina C en bebidas no carbonatadas con jugo de naranja, se ajusta a una cinética de reacción de primer orden exhibiendo fuerte correlación entre la disminución de concentración y el incremento de temperatura, en el tiempo.
4. Los modelos matemáticos que describen la cinética de degradación térmica de la vitamina C tienen un alto grado de ajuste con la ecuación de velocidad integrada de primer orden, permitiendo estimar el valor de la constante cinética de velocidad para cada temperatura a la que se sometió la bebida.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio de destrucción de vitamina C en el tiempo utilizando un método de análisis con mayor sensibilidad, como cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC por sus siglas en inglés) para estudiar con mayor detalle la cinética que describe la oxidación de la vitamina durante el almacenamiento a temperaturas menores a 32 °C.
2. Efectuar un estudio de la cinética de degradación térmica mediante simulación de aplicación de temperaturas de proceso industrial a bebidas no carbonatadas, para determinar el grado de pérdida de vitamina C durante el procesamiento térmico.
3. Llevar cabo estudios de destrucción de vitamina C por efecto de la temperatura en otros tipos de bebidas y alimentos, que estén fortificados u ofrezcan cantidades significativas de ácido ascórbico para el consumidor.

REFERENCIAS

1. Alba Cuellar, N. d., Alba, C. A., Díaz Montes, M. F., Durán Naranjo, E., Durán Ramirez, F., Guerrero, K. L., y Durán Naranjo, J. (2008). *Ciencia y tecnología e industria de alimentos*. Bogotá, Colombia: Grupo Latino Editores.
2. Alvarado, J. (2013). *Principios de ingeniería aplicados a alimentos* (2 ed.). Ecuador: Universidad técnica de Ambato. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/302119863_Principios_de_Ingenieria_Aplicados_en_Alimentos_2da_ed
3. Asociación Nacional de Fabricantes de Bebidas Refrescantes Alcohólicas (ANFABRA). (2006). *El libro blanco de las bebidas refrescantes*. Madrid, España. Recuperado de https://www.refrescantes.es/wp-content/uploads/2013/11/Libro_Blanco_Bebidas_Refrescantes_ANFABRA.pdf
4. Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4 ed.). México: Pearson Educación.
5. Banco de Guatemala. (2019). *Guatemala en Cifras*. Guatemala. Recuperado de http://www.banguat.gob.gt/Publica/guatemala_en_cifras_2019.pdf

6. Bastías, J., y Cepero, Y. (2016). *La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos*. Revista Chilena de Nutrición, 43(1), 81-86. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46946023012>
7. Chowdhury, M., Ahmed, A., Hoque, R., Rahman, A., Hoque, S., y Humayon, H. (2016). *Determination of amount of Vitamin C (Ascorbic Acid) from supplied commercial tablets by using Iodometric titration. Bangladesh*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/297438049_Determination_of_amount_of_Vitamin_C_Ascorbic_Acid_from_supplied_commercial_tablets_by_using_Iodometric_titration
8. *Cinética química*. (2011). Recuperado de http://www.rlabato.com/isp/qui/qui_fis_2011-011.pdf
9. Codex Alimentarius. (2019a). *Norma general para los aditivos alimentarios Codex Stan 192-1995*. Revisión 2019. Recuperado de https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
10. Codex Alimentarius. (2019b). *General standard for food additives*. Codex Stan 192-1995. Recuperado de https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192e.pdf
11. Duran, F. (2007). *Manual del ingeniero de alimentos*. Colombia: Grupo Latino Ltda.
12. Faramade, O. (2007). Kinetics of ascorbic acid degradation in commercial orange juice produced locally in Nigeria. *African Crop Science*

Conference Proceedings, 8, 1813-1816. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Oluwatooyin_Osundahunsi2/publication/268241400_Kinetics_of_ascorbic_acid_degradation_in_commercial_orange_juice_produced_locally_in_Nigeria/links/5675d47208ae125516e726d5.pdf

13. Fennema, O. (2000). *Química de los Alimentos*. España: Acribia.
14. Food and nutrition technical assistance (FANTA). (2016). *Análisis de la situación y tendencias de los micronutrientes clave en Guatemala, con un llamado a la acción desde las políticas públicas*. Recuperado de <https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/Guatemala-Micronutrient-Analysis-Sep2016.pdf>
15. Hernandez, R., Fernández-Collado, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). México: McGraw-Hill.
16. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2006). Compendio de especificaciones para aditivos alimentarios. Recuperado de <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-additives/detail/es/c/13>
16. Kadakal, Ç., Duman, T., y Ekinçi, R. (2018). Thermal degradation kinetics of ascorbic acid, thiamine and riboflavin in rosehip (*Rosa canina* L) nectar. *Food Science and Technology*, 38(4), 667-673. doi:10.1590/1678-457x.11417

17. Latham, M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. *Colección FAO: Alimentación y nutrición*(29). Recuperado de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm>
18. Lerma, H. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. (4a ed.). Colombia: Ecoe Ediciones.
19. Logan, S. (2000). *Fundamentos de cinética química*. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana.
20. Melendo Millán, M. J. (2019). *El mercado de la distribución alimentaria en Guatemala*. Guatemala: ICEX España Exportación e Inversiones. Recuperado octubre de 2019, de https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/ode4/~edisp/doc2019818158.pdf?utm_source=RSS&utm_medium=ICEX.es&utm_content=04-04-2019&utm_campaign=Estudio%20de%20mercado.%20El%20mercado%20de%20la%20distribuci%C3%B3n%20alimentaria%
21. Menchú, M., y Méndez, H. (2011). *Análisis de la situación alimentaria en Guatemala*. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP. Recuperado de http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/publicaciones-incap/doc_view/663-guatemala-informe-analisis-de-situacion-alimentaria
22. Mendoza-Corvis, F., Arteaga-Márquez, M., y Pérez-Sierra, O. (2017). *Degradación de la vitamina C en un producto de mango (Mangifera*

indica L.) y lactosuero. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 18(1), 125-137. doi:10.21930/rcta.vol18_num1_art:563

23. Ministerio de Salud de la Nación, ANMAT. (2003). *Farmacopea argentina*. 2, 7, 115. Recuperado de http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/flip_pages/Farmacopea_Vol_II/files/assets/basic-html/page115.html
24. Naidu, K. (2014). Vitamin C in human health and disease is still a mystery, an overview. *Nutrition journal, 2, 7*. doi:10.1186/1475-2891-2-7
25. Navarro-Laboulais, J., Cuartas, B., Ortega, E., Fuentes, P., y Abad, A. (2017). *Cinética, química y catálisis: modelos cinéticos en sistemas homogéneos* (Vol. 1). España: Universitat Politecnica de Valencia.
26. Oficina Económica y Comercial de España en Guatemala. (2019). *Informe económico y comercial, Guatemala*. Recuperado de https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/odix/~edisp/doc2019821159.pdf?utm_source=RSS&utm_medium=ICEX.es&utm_content=17-05-2019&utm_campaign=Informe%20econ%C3%B3mico%20y%20comercial.%20Guatemala%202019
27. Oficina internacional del trabajo. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, III(65), 1, 65.2-65.3*. España: Ministerio de trabajo y asuntos sociales subdirección general de publicaciones.
28. RTCA 67.04.54:10 *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. (2012). Recuperado de

https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/resolucion_28_3_rtca_aditivos_alimentarios.pdf

29. San Mauro-Martín, I., y Garicano-Vilar, E. (2015). Papel de la vitamina C y los β -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(4), 238-245. doi:10.14306/renhyd.19.4.173
30. Sapei, L., y Hwa, L. (2014). Study on the kinetics of vitamin C degradation in fresh strawberry juices. *Procedia Chemistry*, 9, 62–68. doi:10.1016/j.proche.2014.05.0
31. Sheraz, M., Marium, K., Ahmed, S., Sadia, H., y Ahmad, I. (2015). Stability and stabilization of ascorbic acid. *Household & Personal Care Today*, 10, 20-25. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/321148774_Stability_and_Stabilization_of_Ascorbic_Acid

APÉNDICES

Apéndice 1. Instrumentos de recolección de datos - puntos de venta de supermercados

Instrumento para recolectar datos de los puntos de venta de supermercados

Puntos de venta por cadena de supermercados

Fecha: _____



No.	Marca	Cadena a que pertenece	Ubicación	Fuente de la información
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Total puntos de venta	
-----------------------	--

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Instrumentos de recolección de datos - marcas de bebidas refrescantes con jugo de naranja

Instrumento para recolectar datos de las marcas de bebidas refrescantes con jugo de naranja exhibidas en góndola



Marcas de bebidas refrescantes con jugo de naranja que ocupan mayor espacio en góndola

Fecha: _____

No.	Marca	Tipo de envase				Contenido (mL)	Altura del envase (m)	Ancho del envase (m)	Cantidad de envases exhibidos	Área que ocupa la marca en góndola (m ²)
		Cartón	Tetrabrik	Botella plástica	Lata de aluminio					
1									0	
2									0	
3									0	
4									0	
5									0	
6									0	
7									0	
8									0	
9									0	
10									0	
11									0	
12									0	
13									0	
14									0	
15									0	

Área mayor	0
Marca	
Tipo de envase	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Instrumentos de recolección de datos - concentración de vitamina C

Instrumento para recolección de datos de concentración de vitamina C

Concentración de vitamina a diferentes temperaturas

Fecha: _____



MARCA: _____						
Semana:	T = 22°C		T = 32°C		T = 42°C	
	pH 1	Concentración 1 (mg/mL)	pH 2	Concentración 2 (mg/mL)	pH 3	Concentración 3 (mg/mL)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

MARCA: _____						
Semana:	T = 22°C		T = 32°C		T = 42°C	
	pH 1	Concentración 1 (mg/mL)	pH 2	Concentración 2 (mg/mL)	pH 3	Concentración 3 (mg/mL)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Fuente: elaboración propia.