



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Agronomía  
Escuela de Agronomía  
Departamento de Química y Tecnología



## **Estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas**

Maria Alejandra Quintero Martinez

Maracay, Mayo 2016



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Agronomía  
Escuela de Agronomía  
Departamento de Química y Tecnología



## **Estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas**

Maria Alejandra Quintero Martinez

Maracay, Mayo 2016



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Agronomía  
Escuela de Agronomía  
Departamento de Química y Tecnología



## **Estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas**

Autor: Maria Alejandra Quintero Martinez

Tutora Académica : Auris Damely García Méndez

Tutor Institucional: Ing. Maria de los Ángeles Torrealba

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniera Agrónoma  
Mención Agroindustrial que otorga la Universidad Central de Venezuela

Maracay, Mayo 2016

## ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado: Estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas, cuya autora es la bachiller Maria Alejandra Quintero Martinez, cédula de identidad N° V-12.816.645 certificamos que lo hemos leído y hemos presenciado su defensa pública que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como Trabajo de Grado como requisito para optar al título de Ingeniera Agrónoma Mención Agroindustrial.

---

Prof<sup>a</sup>. Aurís D. García M.  
Tutora – Coordinadora  
C.I.: 7.189.984

---

Prof Carlos Bello  
Jurado Principal  
C.I.:

---

Ing. Agr. María de los Ángeles Torrealba  
Jurado Principal-Tutor Institucional  
C.I.: 15.818.115

**“El sabio no dice todo lo que piensa,  
pero siempre piensa todo lo que dice”**

*Aristoteles*  
*( Filósofo griego)*

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme fortaleza y sabiduría para lograr esta meta.

A mi esposo e hijos por su apoyo incondicional y motivación para seguir adelante. Gracias por su comprensión, esta gran meta se las dedico a ustedes. Los Amo

A mi madre y hermanos por estar ahí siempre y haberme brindado todo el apoyo en todos estos años. Gracias los quiero mucho.

A mis amigos y amigas, principalmente a mi mejor amiga Licet avila por su gran apoyo incondicional cuando la necesitaba. Gracias de corazón.

***María Alejandra Quintero***

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradezco a mi casa de estudio, la Universidad Central de Venezuela, a todos los profesores que me ayudaron en mi formación profesional.

A mi familia por su gran apoyo durante toda mi carrera.

A mi tutora Damely Garcia por su inmensa ayuda a nivel profesional como personal.

A la Empresa Gomby C.A por brindarme su apoyo y colaboración durante las pasantías.

A la Ing. María de los Angeles Torrealba, Ing. Rubén Hidalgo y señora Maria Cerpone por su gran ayuda y colaboración durante la pasantía en la Empresa Gomby C.A.

Al Departamento de Ingeniería Agrícola por brindarme sus instalaciones para llevar a cabo este proyecto.

A la profesora Nora Techeira por su gran ayuda y colaboración en el Instituto de Química.

A mis amigos y amigas que estuvieron siempre en los momentos buenos y malos.

*María Alejandra Quintero*

## Estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas

María Alejandra Quintero Martinez

Universidad Central de Venezuela- Facultad de Agronomía- Departamento de Química y Tecnología. Av. Universidad. Maracay. Edo Aragua. Correo electrónico: [maq255@gmail.com](mailto:maq255@gmail.com)

### Resumen

La estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas tuvo por objetivo establecer el tiempo de viabilidad del producto bajo tres condiciones de temperatura que normalmente se comercializan estos productos, con la finalidad de proponer medidas para mantener su calidad comercial en un tiempo determinado. La metodología aplicada permitió determinar las características fisicoquímicas y sensoriales de las gomitas con base a los indicadores del deterioro de la calidad, calcular el tiempo de vida útil aplicando cinética química a la temperatura de 20°C, proponer el manejo y almacenamiento adecuado para mantener la calidad comercial en las condiciones de la temperatura mencionada. Los resultados indicaron que el tiempo de vida útil fué de 2,01, 1,26 y 1,32 años para los productos A, B y C respectivamente. Se concluyó que temperaturas altas de 35 y 45°C, alteran la integridad física de las gomitas, debido a que el punto de fusión de las gomas ocurre a estas temperaturas, por ello se recomendó emplear un tipo de empaque que permita tener una protección al calor o emplear para su manejo la temperatura de 20°C, dado que permitió conservar la calidad global de aceptación de los consumidores.

Palabras clave: gomitas, confites, vida útil, características fisicoquímicas.



## Estimate of life through accelerated testing for gomitas

Maria Alejandra Quintero Martinez

Central University of Venezuela - Faculty of Agronomy- Department of Chemistry and Technology. Av. University. Maracay. Edo Aragua.e-mail: maqm255t@gmail.com

### Abstract

The estimate of life through accelerated testing for gomitas objective was to establish the time of viability of the product under three temperature conditions which normally marketed these products, with the purpose of proposing measures to maintain their commercial quality in a given time. The methodology allowed to determine the characteristics fisicoquímicas and sensorial attributes of the gomitas based on the indicators of the deterioration of the quality, calculate the time of useful life by the accelerated method with the Arrhenius equation to the temperature 20°C, propose the appropriate handling and storage to maintain the commercial quality of the conditions of the above temperature. The results indicated that the time of useful life was 2,01, 1,26 and 1,32 years for products A, B and C respectively. It is concluded that high temperatures of 35 and 45°C, alter the physical integrity of the gomitas, due to that the melting point of the gums happens to these temperature, therefore it is recommended to use a type of packaging that would allow better heat transfer or use for its management the temperature of 20°C, since permit to preserve the overall quality of acceptance of consumers.

Key words: gomitas, candies, life, fisicoquímicas characteristics.

## Tabla de contenido

	Página
Portada.....	i
Acta de aprobación del trabajo de grado.....	ii
Pensamiento.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Tabla de contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Antecedentes.....	4
Gomitas. Definición e importancia y Fórmulas .....	4
Estudios de vida útil. Definición e importancia.....	5
Estimación del tiempo de vida útil. Método acelerado.....	6
Materiales y métodos.....	9
Lugar de la investigación.....	9
Identificación y procedencia del material experimental.....	9
Plan de muestreo y análisis estadísticos.....	9
Métodos.....	10
Determinación de las características fisicoquímicas y sensoriales de las gomitas en estudio consideradas como indicadores de la calidad.....	10
Evaluación de la estabilidad fisicoquímica de las gomitas en estudio en tres condiciones de almacenamiento para la selección de las variables críticas del tiempo de vida útil.....	12
Determinación del tiempo de vida útil por el método acelerado en las tres condiciones de	

almacenamiento considerando las variables críticas.....	13
Propuestas de las condiciones de manejo y almacenamiento adecuado para mantener la calidad comercial de las gomitas en estudio.....	16
Resultados y discusión.....	16
Determinar las características fisicoquímicas y sensoriales de las gomitas en estudio consideradas como indicadores de la calidad.....	16
Características fisicoquímicas.....	16
Características sensoriales.....	22
Evaluación de la estabilidad fisicoquímica de las gomitas en tres condiciones de almacenamiento para la selección de las variables críticas del tiempo de vida útil.....	26
Determinación del tiempo de vida útil por el método acelerado en las tres condiciones de almacenamiento considerando las variables críticas.....	35
Propuestas de las condiciones de manejo y almacenamiento adecuado para mantener la calidad comercial de las gomitas en estudio.....	41
Conclusiones.....	43
Recomendaciones.....	45
Referencias bibliográficas.....	46
Anexos.....	50

## Índice de cuadros

N°		Página
1	Características fisicoquímicas de las gomitas consideradas indicadores de la calidad.....	11
2	Características sensoriales de las gomitas consideradas indicadores de la calidad.....	12
3	Características fisicoquímicas de las gomitas en estudio.....	17
4	Contenido de humedad, actividad de agua, textura y elongación de las gomitas en estudio.....	20
5	Prueba sensorial por el método de preferencia para los productos en estudio con un panel de niños no entrenados.....	24
6	Prueba sensorial por el método de preferencia para los productos en estudio con un panel de adolescentes- adultos no entrenados.....	24
7	Peso por empaque y peso unitario de las gomitas en tres presentaciones comerciales.....	25
8	Ficha técnica de calidad de las gomitas en estudio.....	25
9	Características fisicoquímicas de una marca comercial (Producto D) de gomitas con recubrimiento.....	26
10	Comportamiento de las muestras sometidas a pruebas aceleradas a las temperaturas de 35 y 45°C a nivel de laboratorio con y sin ventilación forzada.....	27
11	Comportamiento del peso por empaque de las muestras en estudio.....	30
12	Variación de la actividad de agua (aw) en las gomitas a la temperatura de 20°C durante de tiempo de almacenamiento de 60 días.....	32
13	Orden de la reacción y constante de la velocidad para la temperatura de 20°C.....	40
14	Tiempo de vida útil de las gomitas en sus tres presentaciones para la temperatura de 20°C.....	41
15	Comportamiento de algunos agente gelificantes para gomitas y su resistencia a las altas temperaturas del medio ambiente.....	42

## Indice de figuras

N°	Página
1	Variación de las características fisicoquímicas con respecto a las especificaciones de fabricación: a) pH, b) acidez ( % ácido cítrico) y c) % sólidos solubles (°Brix)..... 19
2	Variación del contenido de humedad (a), actividad de agua (aw) (b) y textura(c) de los productos en estudio con respecto a las especificaciones de fabricación..... 23
3	Comportamiento de las muestras sometidas a pruebas aceleradas a las temperaturas de 35 y 45°C con y sin ventilación forzada..... 28
4	Comportamiento de las muestras sometidas a temperatura de 20°C durante 60 días de almacenamiento..... 30
5	Comportamiento del pH, acidez ( %ácido cítrico), sólidos solubles (Brix) a la temperatura de 20°C por 60 días de almacenamiento de las gomitas en estudio..... 31
6	Comportamiento de la humedad a la temperatura de 20°C durante el almacenamiento de 60 días de las gomitas en estudio..... 33
7	Comportamiento de la textura a la temperatura de 20°C durante el almacenamiento de 60 días de las gomitas en estudio..... 34
8	Variación de la actividad de agua (aw) en las gomitas almacenadas a la temperatura de 20°C en función al tiempo de 60 días. Comprobación del orden de la reacción de los productos A, B y C..... 36
9	Parámetros cinéticos (n y k) para las gomitas en estudio almacenadas a la temperatura De 20°C..... 37

## Introducción

En Venezuela la industria de confites es variada y su consumo aunque tiende a ser amplio, la mayor preferencia va orientada a los niños. Dentro de este grupo de confites llamadas también golosinas, se encuentran las gomitas, que se definen como productos obtenidos por la mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos, que poseen sabores artificiales de frutas tropicales, resaltando un alto grado de dulzor, en algunos casos en una combinación ácido-dulce, presentándose con diversas formas recubiertas o no con azúcar (NTE,2000).

Es importante mencionar que el mercado de las gomitas, ha experimentado importantes cambios en los últimos años en un intento por satisfacer al consumidor infantil. La búsqueda de valor añadido para estos productos se centra sobre todo en elementos sorpresa, tales como las figuritas, sabores, colores y la textura. Además han innovado en el uso de ingredientes, para desarrollar un producto que facilite su elaboración. En este último caso por ejemplo, han empleado almidones modificados a fin de obtener diferentes tipos de texturas, almidón de maíz de baja humedad para controlar la humedad final en las gomitas recubiertas con azúcar, almidón de alta amilasa para acelerar el desarrollo del gel y reducir el tiempo de residencia, entre otros ingredientes (Makymat, 2014).

Aunado a la innovación, está la preocupación de los consumidores por la salud, higiene bucal, obesidad y la diabetes, que ha propiciado que el Instituto Nacional de Nutrición Venezolano, establezca un programa de prevención a la salud, sin dejar de reconocer la importancia del consumo de estos productos por el aporte energético y su relevancia como golosinas divertidas para los niños. Sin embargo, los mismos proponen a los fabricantes innovar con líneas de dulces sin azúcar o de bajos contenidos, que permiten más posibilidades de expansión entre los consumidores infantiles, jóvenes y adultos sugiriendo opciones del uso de edulcorantes sin sacarosa o polioles (Rea *et al.*, 2005).

Por otra parte, desde el punto de vista de fabricación de alimentos, estos productos deben cumplir con los principios de las buenas prácticas de manufactura y sanitarios, además de

un adecuado manejo en anaquel o puntos de ventas considerando las condiciones de temperatura y humedad relativa, que no representen un factor que altere su buena calidad de consumo e integridad física en las unidades de empaque. De aquí la importancia de realizar estudios de estimación del tiempo de vida útil, con la finalidad de conocer el tiempo de mantenimiento de la calidad comercial y los riesgos que puedan presentarse en condiciones de transporte y comercialización, tomando en cuenta las variables del estudio que simulan las comunmente encontradas en las zonas de distribución o mercadeo a nivel nacional.

El estudio de vida útil o vida media, se define como el periodo de tiempo para mantener en condiciones de almacenamiento específicas la calidad óptima de un alimento, sin que se altere su seguridad para el consumo (EUFIC, 2013). Los criterios de aceptabilidad del tiempo de vida útil, puede variar en función a las características fisicoquímica, microbiológicas o sensoriales (Pelayo,2010). Aunque es claro, que este tiempo de duración de alimento apto para el consumo, esta influenciado por el tipo de empaque, forma de presentación, condiciones de almacenamiento, distribución,venta y manipulación en el hogar (Bello, 2000).

En consecuencia, la empresa tomada como referencia para este estudio, preocupados por esta situación planteó un proyecto de investigación dirigido a estimar la vida útil mediante pruebas aceleradas para las gomitas en tres presentaciones comerciales diferenciadas por las figuras de animalitos (gusanitos, tiburones y cocodrilos), con el propósito de garantizar la calidad en el tiempo y su adecuación para el consumo, como un alimento tipo golosina seguro para el consumo de niños, jóvenes y adultos.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Estimar el tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas para gomitas ácidas- dulces con recubrimiento de azúcar en tres presentaciones comerciales.

### **Objetivos específicos**

Determinar las características fisicoquímicas y sensoriales de las gomitas en estudio consideradas como indicadores de calidad

Evaluar la estabilidad fisicoquímica de las gomitas en estudio en tres condiciones de almacenamiento, para la selección de las variables críticas del tiempo de vida útil

Determinar el tiempo de vida útil por el método acelerado en las tres condiciones de almacenamiento considerando las variables críticas.

Proponer las condiciones de manejo y almacenamiento adecuado, para mantener la calidad comercial de las gomitas en estudio.



## **Antecedentes**

### **Gomitas: definición, importancia y formulaciones**

Las gomitas son confites o golosinas simples o con recubrimiento de azúcar, de diversas formas y tamaños, formuladas con algún tipo de agente gelificante (gomas naturales, gelatina, pectina, agar-agar, ) para proporcionar una textura elástica y gomosa, además contienen sacarosa, glucosa, almidón y otros aditivos alimentarios que contribuyen a mejorar el dulzor y la textura (NTE,2000). Adicional a estos ingredientes se emplean sabores y colores artificiales y naturales de frutas u otras especias e incluso ácidos orgánicos (fumárico o cítrico) para innovar en el sabor (Ochoa, 2014).

Con relación a la incorporación de la sacarosa (disacárido formado por glucosa y fructosa), está representa la base fundamental del aporte de dulzor, calorías y de la estructura de masticabilidad de las gomitas, tiende a recristalizar, por lo que se combina con la glucosa, para ejercer un efecto retardante sobre la cristalización (Pasquel, 2013). Aunque en algunas formulaciones utilizan la (el) azúcar invertida, recomiendan sustituirla por sorbitol para evitar la recristalización y proporcionar una textura suave y cremosa (Orozco, 2015).

En referencia al sorbitol este se utiliza en forma de jarabe concentrado al 70% o bien en forma de cristales de diferente granulometría para reemplazar al azúcar invertido, aunque posee bajo poder edulcorante, presenta ventajas importantes por proporcionar en los jarabes bajas viscosidades, aumenta la capacidad de fijación de agua, tiene resistencia a elevadas temperaturas y además ejerce un efecto retardador en la cristalización de la sacarosa y glucosa generando cristales pequeños que son imperceptibles en la boca (Orozco, 2015).

Otro ingrediente clave en la formulaciones de gomitas, es la gelatina (hidrocoloide natural) es una proteína que aunque carece de los principales aminoácidos para enmarcarlo de importancia nutricional, su uso esta dado por el poder gelificante y estabilizador en la mezcla de los jarabes y almidones en la preparación de este producto. Además que el mismo contribuye al desarrollo de las características de firmeza, elasticidad y resistencia al gel, que estructura a las gomitas con o sin recubrimiento de azúcar granulada (ECURED,

2015). Esta conformación también se fortalece en fórmulas donde incorporan almidón, por sus propiedades de interacción con el agua y capacidad de formación de geles (Lisi, 2012).

Dentro de las formulaciones innovadoras, se incorpora el añadido de ácidos orgánicos, como el ácido fumárico o cítrico, los cuales además de regular el pH y actuar como conservante y antioxidante natural, permite obtener una gomita de mayor firmeza y con un sabor ácido que resulta de preferencia por algunos consumidores (EUFIC, 2014).

Entre las experiencias en la formulación de gomitas, se encuentra la propuesta de Pasquel (2013), al desarrollar una gomita masticable de mora (*Rubus glaucus*) a partir de la pulpa y la mezcla con gelatina, glucosa, sorbitol, sacarosa, agua, sorbato de potasio y saborizantes, fortificando la misma con carbonato de calcio, para mejorar la textura, además lograron alcanzar más rápido una adecuada humedad final para el empaquetado.

Por otro lado Reyo *et al.* (2010) desarrollaron diferentes formulaciones de gomitas utilizando alcoholes polihídricos (jarabe de poliglicitol y maltitol) como edulcorantes, con la finalidad de sustituir los azúcares tradicionales y obtener un producto con bajo aporte calórico. Igualmente Aranda *et al.* (2014) desarrollaron una gomita reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con *Stevia rebaudiana B*, logrando como en el caso anterior no solo un producto de bajo aporte calórico, sino de amplia aceptación sensorial y características texturales y fisicoquímicas deseables. De igual modo Amagua y Casco., (2015) desarrollaron una fórmula para gomitas con miel de abejas y propóleo, el cual se llevó a cabo en dos fases, en la primera fase desarrollaron una fórmula para gomitas con miel con la textura preferida por los consumidores, y la segunda fase se evaluó el efecto de la concentración de propóleo en las características fisicoquímicas y sensoriales de las gomitas. Realizaron análisis fisicoquímico (color, textura, pH y aw). La fórmula de mayor aceptación fue la de miel de abejas con xanthan por ser la más suave

### **Estudios de vida útil: Definición e importancia**

La vida útil de un alimento, es el período de tiempo que permite mantener la calidad adecuada y apta para el consumo de un producto que se encuentre bajo condiciones apropiadas de conservación. Este tiempo depende de las características intrínsecas del alimento y de las técnicas de conservación, seleccionadas para mantener inalteradas las

propiedades dentro del envase o empaque, bajo las condiciones de temperatura sugeridas para el mismo (Carreres, 2014).

La industria alimentaria tiene particular atención en la determinación de la vida útil de un alimento, por representar este un buen indicador de la pérdida de la calidad en el tiempo y un valor referencial para informar a los clientes del tiempo de almacenamiento prudencial para su consumo. Mientras, que para los consumidores, la vida útil es el tiempo cuando el producto absolutamente no tiene características sensoriales aceptables. Este término, se encuentra vinculado a los conceptos de vida sensorial, que se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción, envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptables para su consumo, bajo determinadas condiciones ambientales (EUFIC., 2014).

Para la evaluación de los productos se utilizan técnicas de evaluación sensorial, análisis físicos, químicos y microbiológicos, así como también se utiliza el factor de aceleración  $Q_{10}$  que permite predecir de manera confiable las variaciones de temperaturas de almacenamiento en un alimento, el cual indica el número de veces que se modifica la velocidad de reacción de deterioro cuando la temperatura es variada en  $10^{\circ}\text{C}$  (Rondon., *et al* 2004)

### **Estimación del tiempo de vida útil: Método acelerado**

El método acelerado para la determinación de vida útil de un alimento, es uno de los más utilizados en la agroindustria. Esta determinación consiste en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas, que simulen las condiciones de almacenamiento y comercialización. Bajo estos ambientes se logra conocer el comportamiento de las características fisicoquímicas, como sensoriales del alimento y las posibles reacciones de deterioro, que se pueden presentar durante un determinado tiempo que tiende a ser comparativamente corto al tiempo real. Para estos estudios se debe establecer un diseño experimental que contemple las variables controladas y las de interés en evaluar, evitando de esta manera que ocurran interferencias en las mediciones y por ende en los resultados (García y Molina., 2008). Generalmente el estudio de estabilidad de un alimento se realiza en función de variables o índices que permitan determinar si ha ocurrido alguna reacción que provoque algún tipo de deterioro en el mismo, luego se evalúa la

velocidad o rapidez de dichas reacciones de deterioro expresados como cambios de concentraciones por unidad de tiempo. El orden de reacción en un alimento se puede calcular en función de la concentración de los reactantes o de los productos. La mayor parte de los datos de vida útil para el cambio de una característica, basada en una reacción química o crecimiento bacteriano sigue un modelo de orden cero ( $n=0$ ), primer orden ( $n=1$ ) o segundo orden ( $n=2$ ). Al conocer el orden de la reacción se puede extrapolar basándose en pocas medidas mediante representaciones gráficas correctas, a los valores máximos permitidos de los índices ensayados al término fijado de su vida útil ( Salazar.,2007)

Con relación a algunas experiencias en la estimación de vida útil, Chica y Osori (2003) explican por medio de un estudio con barras de chocolate de mesa sin azúcar, empacado en una película de polipropileno biorientado, que el modelo de Arrhenius es el conveniente para establecer la prueba acelerada. Además indicaron la importancia de seleccionar variables sensibles indicativas de posibles deterioro del alimento. Para este estudio sugirieron seleccionar la humedad, cenizas totales, grasa, y actividad de agua, las cuales fueron medidas por tres meses cada 15 días, en 50 muestras mantenidos en condiciones simuladas de almacenamiento comercial (20 y 25°C a 80% y 90% Hr). La propuesta de los investigadores fue determinar los parámetros cinéticos referidos a la constante de la velocidad de reacción (K), constante de la ecuación de Arrhenius (K0) y la energía de activación (Ea) empleando el gráfico de logaritmo neperiano(Ln) de las relaciones del tiempo de almacenamiento (dAw/dt) Vs la variable que se altere en el tiempo (Ln (aw)) para calcular el tiempo de vida útil aproximado (255,87 días).

De igual modo, Rondon *et al.* (2004) determinaron la vida útil de un análogo comercial de mayonesa, utilizando la prueba acelerada por el método de Q<sub>10</sub> seleccionando como parámetros críticos del deterioro, la variación del color, sin dejar de analizar algunas características fisicoquímicas y sensoriales en condiciones simuladas de almacenamiento comercial (55, 45 y 35°C) por 10 días y previamente establecieron valores límites de luminosidad (L) y del índice de peróxido (76 y 2,0 meqO<sub>2</sub>/ kg) para detectar la rancidez del producto, con la finalidad de conocer el grado de variación de tales variables y poder estimar el tiempo de vida útil. De manera similar, García *et al.* (2011) evaluaron la vida útil de una pasta de tomate por el método antes indicado, tomando como indicador del deterioro

de la calidad, la degradación del color en condiciones simuladas de almacenamiento comercial (40, 45 y 50°C) durante 110 días.

En otro estudio Salazar *et al.* (2007) evaluaron la cinética de deterioro del aceite de semilla de palma Coroba (*Attalea maripa*) aplicando la prueba acelerada por el método de Q10. Para ello seleccionaron aleatoriamente 15 litros de aceite que mantuvieron en diferentes condiciones simuladas de almacenamiento comercial (15, 25 y 35°C) por un período de 24, 12 y 6 meses, realizando análisis cada 16, 8 y 4 días respectivamente. Para el ensayo seleccionaron como indicadores de calidad, el índice de acidez y peróxido, con los cuales proyectaron las gráficas de estabilidad con base al logaritmo neperiano (ln) del tiempo de vida útil con relación a la temperatura, considerando el punto de intercepto para definir el valor de vida útil la pendiente generó el valor real de Q10).

## **Materiales y métodos**

### **Lugar de la investigación**

El proyecto en calidad de pasantía de investigación se realizó en una agroindustria de confites ubicada en la zona industrial La Morita-Turmero estado Aragua, bajo la tutoría institucional de la Ing. Agr.(UCV) María Torrealba y con el apoyo de la asesoría técnica de la Cátedra de Tecnología de Frutas y Hortalizas del Departamento de Química-Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela, núcleo Maracay-Estado Aragua.

### **Identificación y procedencia del material experimental**

El material de estudio correspondió a gomitas ácidas-dulces con recubrimiento de azúcar de sabores artificiales a frutas tropicales (fresa, piña, uva limón, limón/vainilla, fresa/vainilla y piña/vainilla) empacados en bolsas de polipropileno transparentes. La presentación comercial de las gomitas, correspondió a tres tipos de figuras alusivas a imágenes de animalitos (gusanitos-gusi, tiburones-Tibu y cocodrilos-drilos), empacadas por separado en unidades de 125 y 11 gramos. Las muestras que conformaron el material experimental, fueron elaboradas por la empresa en referencia y pertenecieron a la producción correspondiente al período de la pasantía, en el año 2015.

### **Plan de muestreo y análisis estadístico**

La toma de muestra para la determinación de las características fisicoquímicas de las gomitas con base a los indicadores del deterioro de la calidad, se apoyó en un muestreo global reducido (norma COVENIN 1769-81), donde se utilizaron 10 muestras tomadas al azar para los análisis fisicoquímicos, representando 30 muestras por cada tipo de producto, dando un total de 120 muestras. Para el cálculo del tiempo de vida útil aplicando cinética química a la temperatura de 20°C, se tomaron 5 muestras por duplicado por cada tipo de producto empacado de gomitas de 125 g y 11g, las cuales fueron analizadas cada 15 días, dando un subtotal de 120 muestras y un total para las tres condiciones de temperaturas de 360 muestras.

Los datos obtenidos de las determinaciones de las características físicoquímicas, se sometieron a pruebas descriptivas, seguido del análisis de varianza y prueba de comparación de medias para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas en un nivel de confianza del 95% ( $\alpha$ : 0,05), siguiendo un modelo completamente aleatorio.

Para el cálculo del tiempo de vida útil de las gomitas, los resultados se analizaron considerando los cambios de calidad en tres condiciones de almacenamiento, por la vía paramétrica aplicando las pruebas estadísticas descriptivas, análisis de varianza y prueba de comparación de media por el método de Tukey, evaluadas para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha$ : 0,05), bajo un diseño factorial 3x4x3 de mediciones repetidas en el tiempo en tres (3) temperaturas de almacenamiento, cuatro (4) sabores y dos (2) empaques. Mientras las pruebas sensoriales se realizaron por la vía no paramétrica, siguiendo la prueba de análisis de varianza de Friedman para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha$ : 0,05). Para todos los casos, se usó el programa estadístico STATISTIX versión 9, con soporte de Windows 2007 (Montgomery, 2001).

## **Métodos**

### **Determinación de las características físicoquímicas y sensoriales de las gomitas en estudio consideradas como indicadores de la calidad**

Las determinaciones físicoquímicas y sensoriales consideradas como indicadores de calidad en las gomitas para cada una de las presentaciones comerciales referidas a figuras de animalitos (Gusi, Tibu y Drilo), se identificaron como producto A, B y C respectivamente. Los análisis realizados se describen en el (Cuadro 1 y 2).

Los resultados de estas determinaciones fueron consideradas, las variables que conforman los indicadores de la buena calidad de los productos en estudio, siendo los mismos utilizados para evaluar la estabilidad de las muestras sometidas a las distintas condiciones de almacenamiento, que se estudia en el objetivo siguiente.

Cuadro 1. Características físicoquímicas de las gomitas consideradas indicadores de calidad

pH	Potenciómetro marca Horiba	Se pesó 1 gramo de muestra en 10 ml de agua destilada y luego se calentó en microondas para disolver la muestra.	Covenin (1979) n° 1315-79
Acidez(% ácido cítrico)	Potenciómetro marca Horiba	Se realizó por el método potenciométrico utilizando hidróxido de sodio 0,1 N hasta un pH de 8 a 8,3. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítrico	Covenin (1977) n°1151-77
Sólidos solubles	Refractómetro digital modelo Pocket Atago	Se pesó 1 gramo de muestra en 10 ml de agua destilada y finalmente se calentó en microondas para terminar de disolver la muestra.	Covenin (1983) n° 924-83
Humedad	Termobalanza marca	Se determinó a partir de un gramo de muestra a 120°C. Los resultados se expresaron en porcentaje en base seca.	NMX-F-4 (1982) n°28-1982
Actividad de agua (aw)	Higrómetro de punto de rocío de marca WaterActivity Meter Decagon modelo Pawkit digital.	1 g de muestra a la temperatura del ambiente del laboratorio se coloca en el equipo y en el lapso de 2 minutos se obtiene la lectura.	AOAC(1995) n° 978.18
Textura	Penetrómetro manual modelo Chatillon	Las muestras se sometieron a un corte unidireccional que permitió simular una mordida, los resultados se expresaron en kgf por mm de deformación.	Mohsenin (1986)



Cuadro 2. Características sensoriales de las gomitas consideradas indicadores de la calidad.

Característica sensorial	Panel evaluador	Prueba de evaluación	Método
Color Olor Sabor Textura y Apariencia general	a) Panel no entrenado de 20 personas de ambos sexos de edades de 16 a 46 años (adolescentes-adultos), procedentes de la comunidad universitaria Fagro UCV Maracay.  b) Panel no entrenado de niños y niñas del 6 grado primaria procedentes de una escuela en Maracay estado Aragua	a) Afectiva de preferencia de escala hedónica de cinco (5) puntos, que describe un extremo de agrado hasta el desagrado (Cuadro 6)  b) Afectiva de preferencia de escala hedónica de cinco (5) puntos, que describe un extremo de agrado hasta el desagrado con figuras animadas (Cuadro 5)	Witting (2001)

**Evaluación de la estabilidad fisicoquímica de las gomitas en estudio en tres condiciones de almacenamiento para la selección de las variables críticas del tiempo de vida útil**

Para la evaluación de la estabilidad fisicoquímica de las gomitas en estudio, las muestras de las tres presentaciones comerciales (Gusi, tibu y drilo) identificadas como productos A, B y C respectivamente, fueron almacenadas bajo tres condiciones de temperatura que simularon los ambientes de las zonas donde se comercializa a nivel nacional. Estas condiciones ambientales correspondieron a las siguientes temperaturas y humedades relativas: a)  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $43 \pm 1\% \text{HR}$ , b)  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $33 \pm 1\% \text{HR}$  y c)  $45 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $32 \pm 1\% \text{HR}$ , las cuales se establecieron con el uso de una estufa de laboratorio sin ventilación forzada. Las muestras se mantuvieron en estas condiciones por un tiempo de dos meses. Durante este tiempo se

analizaron las características fisicoquímicas consideradas como indicadores de calidad cada 15 días (15, 30, 45 y 60 días) por los métodos descritos en el objetivo anterior.

Este ensayo permitió determinar el comportamiento de estas variables en el tiempo, tomando como premisa que la variación significativa de algunos de los indicadores de la calidad, son consideradas variables críticas, que serán empleadas para el cálculo del tiempo de vida útil. Los resultados de este comportamiento fueron representados en gráficas de control empleando los indicadores de calidad determinados en este estudio y las especificaciones de calidad de fabricación de dichos productos.

### **Determinación del tiempo de vida útil por el método acelerado en las tres condiciones de almacenamiento considerando las variables críticas**

Para la determinación del tiempo de vida útil por el método acelerado, se aplicó la teoría de la cinética química mediante el uso de la ecuación de la Ley diferencial de velocidad, tomando como referencia las tres condiciones de almacenamiento, los tipos de productos comerciales en estudio y las variables críticas seleccionadas en el objetivo anterior. Para la aplicación de esta ecuación, previamente se determinó el orden de la reacción, mediante la gráfica de la variable crítica en función del tiempo, considerando que al representar esta una línea recta, la misma corresponde al orden cero, primer o segundo orden de acuerdo a la ecuación (Salazar *et al.*, 2007). Es importante mencionar que no se utilizó el método de Arrhenius, debido a que las muestras de los distintos productos no mantuvo una estabilidad a las temperaturas de 35 y 45°C. Para este estudio se requiere tres temperaturas mínimo para aplicar la ecuación.

A continuación se presentan los pasos que se siguieron para determinar el tiempo de vida útil:

- 1) Se graficó la variable crítica en función del tiempo a la temperatura de 20°C
- 2) Se determinó el orden de la ecuación, mediante la gráfica de  $\ln(daw/dt)$  vs  $\ln N_w$  donde la pendiente correspondió al valor de  $n$  y el intercepto al  $\ln k$ .
- 3) Finalmente se determinó el tiempo de vida útil aplicando la siguiente ecuación:

$$t = \frac{aw^{1-n} - aw_0^{1-n}}{K(1-n)}$$

Donde t: Tiempo de vida útil k: Constante de velocidad de reacción

aw: Actividad de agua n: Orden de la reacción

La ecuación empleada para aplicar la Ley diferencial de velocidad en el cálculo del tiempo de vida útil, se indica a continuación:

$$\frac{daw}{dt} = k \cdot aw^n$$

Linealizando la ecuación se tiene:

$$\text{Ln} \left( \frac{dvariable\ crítica}{dt} \right) = \text{Ln}K + n\text{Ln}variable\ crítica.$$

Donde:Ln: logaritmo neperiano

K: Constante de la velocidad de reacción,

n: Orden de la reacción

Con la determinación de estas variables y constantes, se graficó la aw vs tiempo a 20°C, siguiendo la metodología de Chica y Osorio (2003). A continuación se presenta un ejemplo para demostrar el procedimiento del cálculo del tiempo de vida útil, tomando como referencia una muestra de chocolate de mesa sin azúcar donde la variable crítica usada fué la actividad de agua (aw)

$$\text{Ln} \left( \frac{daw}{dt} \right) = \text{Ln}K + n\text{Ln} aw$$

Donde:

Ln : Logaritmo neperiano

aw: actividad de agua ( variable crítica)

K: Constante de velocidad de reacción

n: Orden de la reacción

A partir de esta ecuación se construyen las gráficas de  $\ln(daw/dt)$  vs  $\ln(aw)$  para cada temperaturas de ensayo 18°C, 20°C y 25°C y para 80%HR y 90%HR, donde la pendiente corresponde al valor de  $n$  y el intercepto será el LNK. El  $(daw/dt)$  fue hallado manualmente graficando los datos de  $aw$  vs tiempo y determinando los valores de las tangentes en cada punto (Figuras 1).

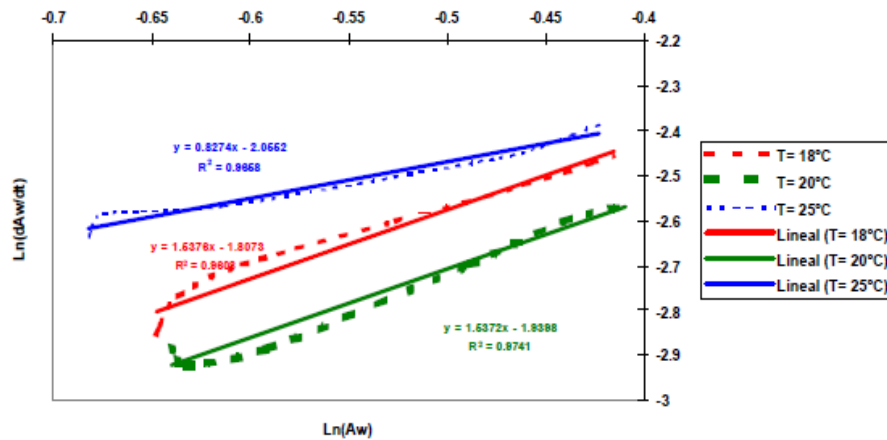


Figura 1. Parámetros Cinéticos para 90 % HR ( $n$  y  $K$ ) para una reacción de orden cero.

Una vez determinados los parámetros cinéticos en las diferentes condiciones de almacenamiento, se realiza el cálculo de la vida de anaquel usando el valor exacto de la variable crítica, en este caso de la actividad de agua ( $aw_c$ ). Los valores de  $Aw_c$  fueron calculados para cada temperatura, observando los primeros indicios de deterioro del chocolate durante el desarrollo de las curvas de adsorción. Para 20°C  $Aw_c = 0.7$  y para 25°C  $Aw_c = 0.6$ .

El tiempo de vida de anaquel fue determinado mediante la siguiente ecuación :

$$t = \frac{\frac{aw^{1-n}}{1-n} - \frac{aw_0^{1-n}}{1-n}}{K}$$

Donde:  $t$ : tiempo de vida útil

aw: Actividad de agua

n: Orden de la reacción

K: constante de velocidad de reacción

Con estos valores se predijo el tiempo de vida de anaquel en condiciones normales de almacenamiento a (18°C y 80%HR).

### **Propuesta de las condiciones de manejo y almacenamiento adecuado para mantener la calidad comercial de las gomitas en estudio**

De acuerdo a los resultados de los objetivos anteriores se planteó las condiciones de manejo y almacenamiento adecuado para reducir los riesgos de alteración de la calidad de fabricación de los productos en estudio. Esta propuesta se presentó como una lista de acciones a considerar para mantener la calidad comercial de acuerdo a las condiciones de temperaturas y humedad relativa, ensayadas para el estudio de vida útil.

## Resultados y discusión

### Determinar las características fisicoquímicas y sensoriales de las gomitas en estudio consideradas como indicadores de calidad

#### Características fisicoquímicas

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de las características fisicoquímicas de los productos en estudio, los cuales se tomaron como indicadores de la buena calidad de consumo, y que además reflejaron los estándares de su formulación y especificaciones de aceptabilidad como golosina para niños, adolescentes y adultos.

De acuerdo a estos resultados, las gomitas tienden a presentarse como un confite de pH ácido (3,52 a 3,75), con ligeras diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre las muestras, el cual va asociado a los altos niveles de acidez promedio por ubicarse entre 2,05 a 2,50 % ácido cítrico ( $P < 0,05$ ), que confirman a este producto como una golosina ácida. Sin embargo, los valores de sólidos solubles fueron indicativos de la presencia de un alto contenido de sacarosa, dado los promedios de 82,80 a 83,70%, sin que existieran diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0,05$ ). Esto demuestra que los productos además de ácido son dulces, definiéndolos como gomitas ácido-dulces, afirmación avalada por los bajos intervalos de variación entre las muestras ( $CV < 20\%$ ).

Cuadro 3. Características fisicoquímicas de las gomitas en estudio

Características fisicoquímicas	Productos gomitas		
	A	B	C
pH	3,75 ± 0,10 <sup>a</sup>	3,71 ± 0,09 <sup>a</sup>	3,52 ± 0,21 <sup>ab</sup>
Min-Max.	3,50- 4,00	3,54-3,98	3,20- 4,00
%CV	2,65	2,47	5,98
Acidez (% Ácido Cítrico)	2,05 ± 0,13 <sup>ab</sup>	2,11 ± 0,27 <sup>ab</sup>	2,50 ± 0,15 <sup>a</sup>
Min-Max.	1,80 -2,30	1,70 – 2,60	2,30-2,70
%CV	6,32	12,61	6,06
Sólidos solubles (°Brix)	82,80 ± 1,66 <sup>a</sup>	83,70 ± 1,99 <sup>a</sup>	83,60 ± 1,86 <sup>a</sup>
Min-Max.	80,20 -85,40	80,20 – 87,30	80,10-87,10
%CV	1,99	2,35	2,22

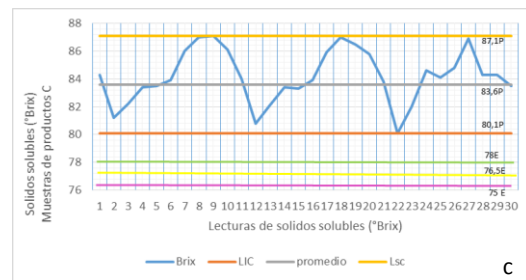
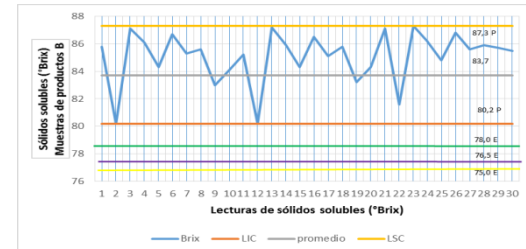
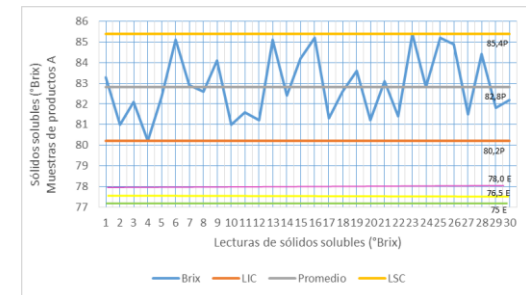
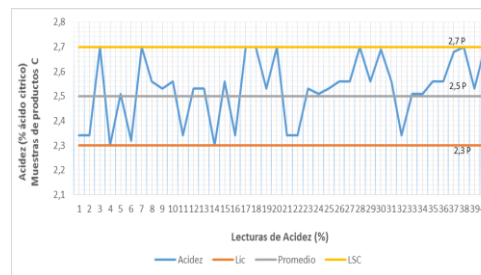
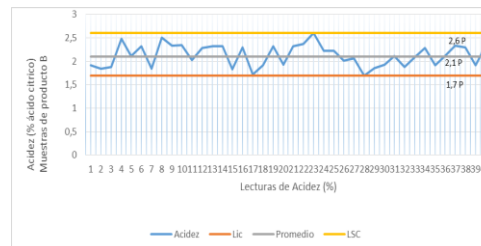
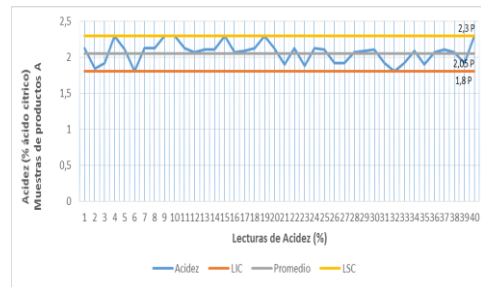
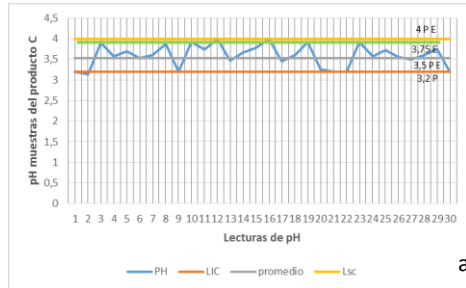
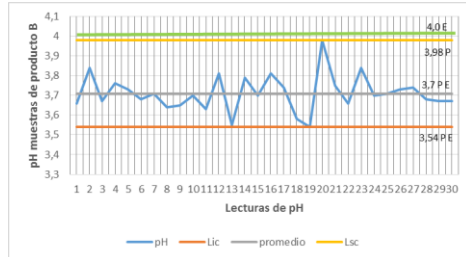
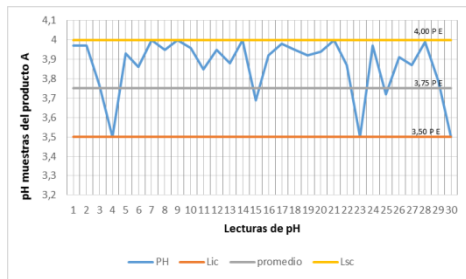
%CV: porcentaje de coeficiente de variación, Min: valor mínimo, Max: valor máximo

Letras iguales en una misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0,05$ )

Con relación a los resultados mencionados, Reyo *et al.* (2010) explican que estos valores pueden ser una característica particular de un tipo de gomitas, considerando el desarrollo innovador para su aceptabilidad comercial y por otra parte puede estar relacionado a los requerimientos de elaboración del producto. En este último caso, se refiere a que la gnetina o gomas para formar el gel, presenta sus formas estables en medios de pH ácido entre 3 y 4, y donde además se requiere establecer altas concentraciones de sacarosa (80%), tal como se evidencia para la formulación en estudio.

Por otra parte, al analizar los valores promedio de estas características con respecto a las especificaciones de fabricación que se llevan a cabo en el proceso de elaboración, se encontro que los promedios de cada lote de muestras, se ubicaron en el intervalo esperado, con una variabilidad marcada entre los límites superior e inferior (Figura 1). Esta respuesta se atribuyó a las relaciones intrínsecas del proceso, referidas al hombre-máquina-tecnología. Es importante mencionar que estas relaciones, aún cuando se encuentren bajo supervisión, no tienden a mantenerse en los límites promedios de la producción esperada, ya que requieren de niveles estrictos de control de cada una de las variables de la relación, aunque el análisis estadístico determine la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre los resultados promedio y los intervalos a lo largo de los distintos lotes de producción ( $P \geq 0,05$ ).

Vignoni, (2002) establece que en todo proceso se deben controlar las variables inherentes al mismo, para reducir la variabilidad del producto final, incrementar la eficiencia y mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda, permitiendo así una mayor estandarización de la calidad final.



LIC: Límite inferior central, LSC: Límite superior central, P: Promedio

Figura 1. Variación de las características fisicoquímicas con respecto a las especificaciones de fabricación: a) pH, b) acidez (%ácido cítrico) y c) % Sólidos solubles (°Brix)



Con relación a otras características físicas, se determinó que estas muestras tienen un contenido de humedad final promedio para su empaqueo y comercialización de entre 1,52 a 1,78 %, existiendo ligeras diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los promedios de las muestras, a pesar de haberse encontrado una actividad de agua de 0,55, donde no se detectó diferencias estadísticamente significativas entre ellas ( $P \geq 0,05$ ) (Cuadro 4)

Cuadro 4. Contenido de humedad, actividad de agua, textura y elongación de las gomitas en estudio

Características físicas	Productos gomitas		
	A	B	C
Humedad (%)	1,52±0,23 <sup>ab</sup>	1,73±0,23 <sup>a</sup>	1,56±0,52 <sup>ab</sup>
Min-Max.	1,04-2,00	1,26-2,20	0,82-2,30
%CV	15,56	14,28	35,85
Actividad de agua(aw)	0,54±0,02 <sup>a</sup>	0,55 ±0,01 <sup>a</sup>	0,55±0,02 <sup>a</sup>
Min-Max.	0,51 – 0,59	0,53 – 0,57	0,51 – 0,59
%CV	3,93	5,64	2,67
Textura (kgf/mm)	0,50±0,02 <sup>b</sup>	0,75±0,03 <sup>a</sup>	1,37± 0,04 <sup>c</sup>
Min-Max.	0,25-0,75	0,5-1,0	0,5-2,25
%CV	7,23	11,33	6,66
Elongación (cm)	18,00±0,55 <sup>a</sup>	16,00± 1,08 <sup>ab</sup>	0,00
Min-Max.	17,00-20,00	16,00- 18,00	0,00
%CV	3,15	6,19	0,00

%CV: porcentaje de coeficiente de variación, Min: valor mínimo, Max: valor máximo

Letras iguales en una misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0,05$ )

Con estos resultados se puede inferir, que son productos secos con muy baja probabilidad de deterioro por efecto del desarrollo de algún tipo de carga microbiana deteriorativa, por encontrarse el promedio de actividad de agua por debajo del límite crítico ( $aw < 0,6$ ) (Bello., 2000 ). No obstante, se debe tomar en cuenta que aunque la baja humedad, refleja un alimento estable a temperatura ambiente, un empaque inapropiado que no cumpla estrictamente su función de protección ante la humedad, tiende alterar significativamente esta condición estable en el tiempo. En el caso de este producto es relevante lo planteado, ya que el macro-componente estructural de las gomitas, se basa en una relación de

gelatina/almidón u otros agentes gelificantes, de alta captación de humedad externa (Chocano., 2007).

También es importante mencionar que al comparar estos valores con lo reportado en algunas normas internacionales para gomitas (NTE,2000; NTC,2008), los mismos resultan menores a los especificados de 10 a 25% máximo e incluso más bajos a los indicados de máximos de 5%. En todo caso el bajo contenido de humedad, según Pasquel (2013) se debe a que las gomitas son formuladas con una mezcla heterogenea de ingredientes, que tienden a una alta captación de agua del medio, por lo que la reducción de humedad en el producto, favorece que su nivel de deterioro sea menor en el tiempo y por ende su actividad de agua.

Por otro lado, se determinó que bajo estas condiciones de contenido de humedad en las gomitas, se favoreció un equilibrio con el medio ambiente para establecer una textura sólida, firme, pero flexible y masticable. Esta característica fue definida por una resistencia promedio al corte con diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre las muestras A (0,50 kg/mm), B(0,75 kg/mm) y C (1,37 kg/mm), indicativas de una textura específica para cada producto. Así como su relación con los valores promedio de elongación, por haberse encontrado diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre ellas, con un bajo coeficiente de variación ( $CV < 20\%$ ) para todos los casos. Estas diferencias de elongación y textura, reflejó el grado de resistencia de la estructura para su separación en trozos masticables, aseverando que estos producto no presenta una estructura suave al corte, pero si facilmente masticable por presentar una resistencia textural menor a 3,0 kgf/mm.

Es importante mencionar que de acuerdo al grado de elongación el producto A (18 cm), tiende a una mayor elongación, con respecto al resto de las muestras, reflejando una condición favorable para su consumo, considerando que es un producto que va dirigido a niños, pero a la vez define a una gomita de características elásticas (gel elástico) con estabilidad estructural a temperatura ambiente (Gomas naturales.,2006). De acuerdo a este resultado y considerando lo planteado por (ECURED.,2015) que estas gomitas corresponden a un gel de estructura sólida, firme, ligeramente blanda y semi-elástica.

Al comparar los resultados del contenido de humedad, actividad de agua y textura de los distintos productos con respecto a las especificaciones de fabricación (Figura 2), se

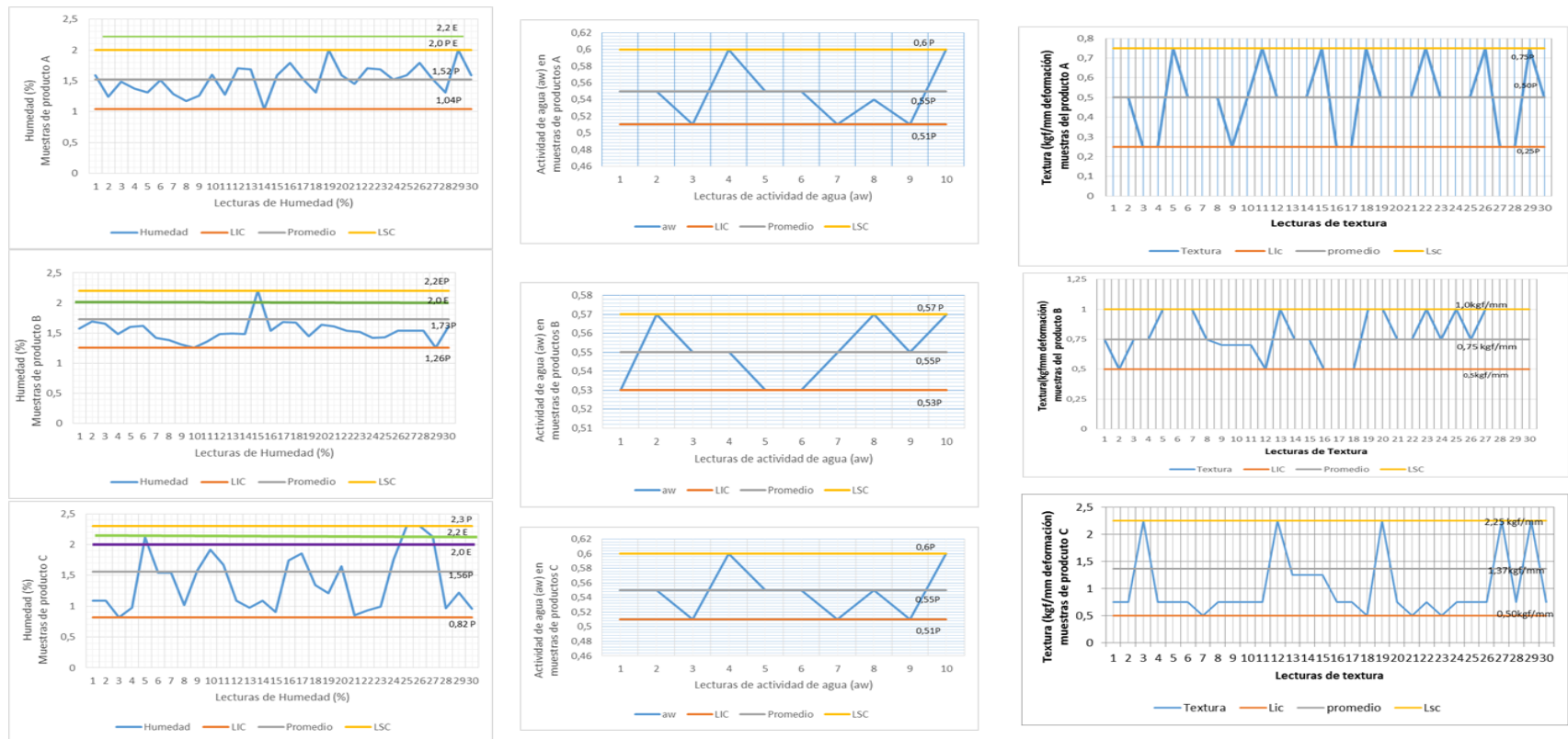
encontró que el contenido de humedad en el producto A, tiende a ubicarse de manera homogénea alrededor de los valores promedio, mientras que los productos B y C se dispersan en el límite superior e inferior mostrando heterogeneidad en los promedios de los distintos lotes de producción a lo largo del tiempo, siendo este comportamiento similar para las variables de actividad de agua y textura.

Esta tendencia permite inferir que el proceso requiere de estricto control en las relaciones hombre-tecnología, con la finalidad de lograr una mayor estandarización de la calidad final. Al respecto Florez (2004) explica que el control de calidad de toda empresa va dirigido hacia la aplicación de un enfoque basado en un diagrama de procesos, permitiendo de esta manera un control continuo en la producción, para garantizar los resultados esperados en pro de un mayor beneficio para la organización, siempre buscando la mejor forma de alcanzar la calidad y efectividad del proceso y en el producto como tal.

### **Características sensoriales**

Con relación a las pruebas sensoriales (Cuadro 5 y 6), se encontró que los panelistas no entrenados de los grupos de edades (niños y adolescentes-adultos) tienden a la aceptación de los tres tipos de productos en estudio en un nivel de preferencia, calificado como “ me gusta a me gusta mucho”, sin manifestación de rechazo. Aunque, en el panel de niños, hubo distinción del margen de preferencia en cada uno de los productos estudiados, permitiendo inferir un mayor agrado por el producto A, seguido del B y C. Por el contrario los panelistas de adolescentes-adultos no delimitaron los niveles de preferencia.

Esta respuesta permitió inferir que la formulación de este producto es muy conveniente desde el punto de vista comercial, tanto en la apariencia general de las gomitas, figuras propuestas para su venta y sabores como colores empleados para distinguir las diferentes presentaciones de este producto.



LIC: Limite inferior central, LSC: Limite superior central

Figura 2. Variación del contenido de humedad (a), actividad de agua(b) y textura (c) de los productos en estudio con respecto a las especificaciones de fabricación.

Cuadro 5. Prueba sensorial por el método de preferencia para los productos en estudio por el panel de niños no entrenados. (Resultados promedio de las respuestas durante la evaluación de dos meses.)

Gomitas	Prueba sensorial por el método de preferencia					Grado de Preferencia
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia general	
Producto A	56,00 <sup>a</sup>	57,60 <sup>a</sup>	60,00 <sup>a</sup>	42,60 <sup>b</sup>	50,00 <sup>a</sup>	5(Me gusta mucho)
Producto B	35,00 <sup>b</sup>	35,00 <sup>b</sup>	28,00 <sup>c</sup>	55,40 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>	5(Me gusta mucho)
Producto C	27,60 <sup>c</sup>	27,60 <sup>c</sup>	32,00 <sup>b</sup>	22,00 <sup>c</sup>	20,00 <sup>b</sup>	3(Me gusta)

Letras iguales en una misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0,05$ )

Cuadro 6. Prueba sensorial por el método de preferencia para los productos en estudio por el panel de adolescentes -adultos no entrenados. (Resultados promedio de las respuestas durante la evaluación de dos meses.)

Gomitas	Prueba sensorial por el método de preferencia					Grado de Preferencia
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia general	
Producto A	55,80 <sup>a</sup>	55,10 <sup>a</sup>	62,00 <sup>a</sup>	55,00 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>	5 (Me gusta mucho)
Producto B	55,10 <sup>a</sup>	53,00 <sup>a</sup>	62,00 <sup>a</sup>	55,40 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>	3 (Me gusta)
Producto C	56,00 <sup>a</sup>	55,30 <sup>a</sup>	62,00 <sup>a</sup>	54,70 <sup>b</sup>	50,00 <sup>a</sup>	5(Me gusta mucho)

Letras iguales en una misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0,05$ )

Otra característica medida fueron los pesos unitarios de los tres tipos de muestras y los pesos del producto empacado (Cuadro 7). Al respecto se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre estas presentaciones de producto terminado ( $P < 0,05$ ), dado que las formas son diferentes y por ende su peso.

Sin embargo, bajo estas condiciones el empacado final en bolsas de polipropileno de alta densidad de capacidad de 125 g para los productos A y B, resultaron con pesos homogéneos en los lotes, dado que no se encontraron diferencias estadísticamente

significativas entre las muestras de cada uno de los tipos de estos productos con respecto a las especificaciones del fabricante ( $P \geq 0,05$ ). No obstante para el producto C, si se

Cuadro 7. Peso por empaque y peso unitario de las gomitas en tres presentaciones comerciales

Producto	Peso (g)	
	empaque	unitario
Producto A	125,56±1,82 <sup>a</sup>	4,90±0,48 <sup>c</sup>
Min-Max.	123,2-129,63	3,92-5,53
%CV	1,44	9,81
Producto B	125,30±2,55 <sup>a</sup>	6,59±0,66 <sup>b</sup>
Min-Max.	119,6-133	5,42-7,59
%CV	2,04	10,05
Producto C	13,65±1,35 <sup>b</sup>	14,12±0,86 <sup>a</sup>
Min-Max.	10,5-15,3	12,7-15,23
%CV	10,2	6,13

%CV: porcentaje de coeficiente de variación, Min: valor mínimo, Max: valor máximo

Letras iguales en una misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ )

detectaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), debido a que en estas muestras de producto si hubo cambios de peso en las presentaciones de empaques de 11g. Sin embargo, esta variación de peso se ubicó en el intervalo de las especificaciones del fabricante y puede estar asociado a la forma de dosificación y tipo del molde usado para esta presentación de producto.

Con estos datos se plantó una ficha técnica para los tres productos (Cuadro 8), con la finalidad de comparar los estándares de fabricación con los resultados del comportamiento de estas muestras al ser sometidas a las condiciones del estudio de vida útil comercial, a los fines de establecer el tiempo máximo de consumo. De manera que esta referencia sirviera como indicadores de la buena calidad de este rubro en sus tres presentaciones.

Cuadro 8. Ficha técnica de calidad de las gomitas en estudio

Características	Producto		
	A	B	C
pH	3,50 – 4,0	3,50 – 4,0	3,20 – 4,0
Acidez(%ácido cítrico)	2 – 2,5	2 – 2,5	2 – 2,5
Sólidos solubles (°Brix)	80,2 – 85,4	80,2 – 87,3	80,10 – 87,1
Humedad (%)	1,0 – 2,0	1,20 – 2,20	0,80 -2,0
Actividad de agua	0,50 – 0,55	0,50 – 0,55	0,50 – 0,55
Textura (kgf/mm)	0,25 – 0,75	0,50 – 1,0	0,50 – 2,25
Peso unitario (g)	3 – 6	5 – 8	12 - 15
Peso empaque	120 – 130	120 – 135	10 - 16

Estas características fisicoquímicas al ser comparadas con una muestra comercial de gomitas con forma de cubo recubiertas de azúcar y con predominio de un sabor ácido dulce (Producto D) (Cuadro 9), se encontró que el pH, sólidos solubles y contenido de humedad fueron similares a las determinadas en los productos en estudio, variando la acidez en valores promedio más alto significativamente ( $p < 0,05$ ). De manera similar, se detectó diferencias en los promedios de la textura, la cual resulto indicativa de una gomita blanda-suave y firme, mientras las muestras en estudio son semi-blanda y firmes. Estas respuestas de la calidad, indican que la fabricación de gomitas varía según el criterio de los fabricantes, como se mencionó anteriormente.

Cuadro 9 Características fisicoquímicasmitas en estudio en comparacion con un producto de marca comercial (Producto D: gomitas con recubrimiento)

Características	Producto			
	A	B	C	D
pH	3,50– 4,0 <sup>a</sup>	3,50– 4,0 <sup>a</sup>	3,20– 4,0 <sup>a</sup>	3 - 4 <sup>a</sup>
Acidez(%ácido cítrico)	2 – 2,5 <sup>b</sup>	2 -2,5 <sup>b</sup>	2 – 2,5 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>
Sólidos solubles (°Brix)	80,20– 85,4 <sup>a</sup>	80,2- 87,3 <sup>a</sup>	80,1- 87,10 <sup>a</sup>	80 - 83 <sup>a</sup>
Humedad (%)	1,04 -2,0 <sup>a</sup>	1,26 -2,2 <sup>a</sup>	0,82 – 2,3 <sup>a</sup>	1 – 2,2 <sup>a</sup>
Actividad de agua	0,50 – 0,55 <sup>a</sup>	0,50 – 0,55 <sup>a</sup>	0,50 – 0,55 <sup>a</sup>	0,45-0,50 <sup>a</sup>
Textura (kgf/mm)	0,25 -0,75 <sup>b</sup>	0,5 – 1,0 <sup>a</sup>	0,50 – 2,25 <sup>a</sup>	0,25 -0,50 <sup>b</sup>
Peso unitario (g)	3,92 – 5,53 <sup>c</sup>	5 – 8 <sup>b</sup>	12 – 16 <sup>a</sup>	-
Peso empaque	120 – 130 <sup>a</sup>	120 - 135 <sup>a</sup>	10 – 16 <sup>b</sup>	-

Letras iguales en una misma fila significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ )

## **Evaluación de la estabilidad fisicoquímica de las gomitas en estudio en tres condiciones de almacenamiento para la selección de las variables críticas del tiempo de vida útil**

En el Cuadro 10 se presenta en forma resumida el comportamiento de las muestras sometidas a pruebas aceleradas a las temperaturas de 35 y 45°C a nivel de laboratorio con y sin ventilación forzada, encontrándose que las mismas en el lapso de los primeros 15 días se alteraron, por haber perdido su estructura física comercial e imagen dentro del empaque,

Cuadro 10. Comportamiento de las muestras sometidas a pruebas aceleradas con las temperaturas de 35 y 45°C a nivel de laboratorio con y sin ventilación forzada

Muestras	Observaciones de las pruebas aceleradas			
	35°C(SV)	45°C (SV)	35°C(CV)	45°C (CV)
Producto A	Fundido	Fundido	Fundido	Fundido
Producto B	Fundido	Fundido	Fundido	Fundido
Producto C	Fundido	Fundido	Fundido	Fundido

SV: sin ventilación CV: con ventilación

lo cual fue indicativo que estas temperaturas correspondieron al punto de fusión de estos geles, observándose por ello que las figuras de cada producto se derritieron convirtiéndose en una masa blanda, plástica y desuniforme (Figura 3).

En principio esta observación no era de esperarse, dado que la formulación desarrollada para este producto fue diseñada para mantener la estabilidad de la estructura física de las gomitas en tales condiciones, que se corresponden al medio ambiente normal de expendio de productos alimenticios a temperatura ambiente (35°C) y de transporte en unidades cava sin refrigeración comercial e incluso representa las temperaturas más extremas de algunos estados del país (Zulia, Sucre, Anzoátegui y Amazonas), donde este rubro se comercializa.

En consideración a estos resultados se plantearon tres premisas para entender el problema:  
a) el empaque no cumple una función de barrera y protección del producto para mantener la



integridad física de las gomitas a las temperaturas de 35 y 45°C por largo tiempo, b) es posible que la calidad o tipo de los ingredientes responsables de los valores texturales y conformación estable de la estructura física de las gomitas, no sea la más adecuada para estos requerimientos y c) se requiere un mayor control para el cumplimiento de las especificaciones de formulación y procesamiento del producto con la finalidad de lograr las características deseables del producto esperado.







Producto	Temperatura (°C)	Imagen
A	35	
B		
C		
A	45	
B		
C		

Figura 3. Comportamiento de las muestras sometidas a pruebas aceleradas a las temperaturas de 35 y 45 °C.

Dadas estas premisas se planteó repetir el ensayo en las condiciones de temperatura de 35°C con ventilación forzada, monitoreando diariamente la calidad global del producto, encontrándose que al cabo de los 8 días se inicia el proceso de cambio físico estructural de las muestras en sus tres presentaciones, ocurriendo de manera similar en la condición de sin ventilación forzada al cabo de los seis días. En todos los dos casos se observó el cómo se comienzan a apelmazar e integrarse de manera pegajosa unas con otras y al cumplir 30 días ya conforman una masa que se ha derretido y compactado.

Es importante mencionar que en las condiciones de temperatura de 45°C (sin ventilación forzada) las muestras cambian su buena calidad global transformándose en una masa esparcida, blanda y pegajosa en un tiempo promedio de 30 minutos y con ventilación forzada a los dos horas, ya han perdido su estructura física comercial dentro del empaque.

Con base a estos resultados se ratifica la posibilidad de avalar las premisas antes mencionadas, considerando algunos aspectos indicados por FUSADES, (2002) explican que las gomitas dulces son productos gelificados con gomas u otros ingredientes que forman geles, que deben caracterizarse por poseer valores de fuerza de gelificación entre 250 y 300 grados Bloom, con la finalidad de ser menos sensibles al efecto de las temperaturas superiores a 30°C, ya que por encima de esta temperatura se altera su forma y apariencia externa. Siendo posible que el valor de la fuerza de las gomas usadas en la formulación en estudio, sea menor.

Con relación a las muestras sometidas a las pruebas aceleradas a la temperatura de 20°C, se determinó que estas se mantuvieron estables, tanto en su estructura física como la integridad de su forma, durante el período de evaluación de 15, 30, 45 y 60 días (Figura 4). Este resultado se esperaba, dado que esta condición de temperatura es fresca y se encuentra muy alejada del punto de fusión del agente gelificante empleado para la formulación de las gomitas en estudio, considerándose esta condición ambiental ideal para su mantenimiento comercial, manejo y transporte.

Es relevante mencionar que durante el tiempo de 60 días de almacenamiento, estas muestras presentaron una variación del peso del empaque, en una relación que se consideró

despreciable (Cuadro 11), ya que los promedios finales se mantuvieron dentro del intervalo de tolerancias permitidas de aceptación comercial, de acuerdo a lo indicado en la ficha técnica (indicadores de calidad) para estos rubros. Esta respuesta permite inferir que esta condición de temperatura de 20°C es favorable para mantener la calidad global aceptable de estos productos.

Cuadro 11. Comportamiento del peso por empaque de las muestras en estudio

Gomitas	Variación peso promedio empaque de las muestras 20°C/tiempo de almacenamiento (días)								
	PI(g)	15d	%VP	30d	% VP	45d	%VP	60d	%VP
Producto A	125,56 <sup>a</sup>	125,66 <sup>a</sup>	0,080	125,76 <sup>a</sup>	0,0016	125,86 <sup>a</sup>	0,0024	126,05 <sup>a</sup>	0,00390
Producto B	125,30 <sup>a</sup>	125,64 <sup>a</sup>	0,271	125,85 <sup>a</sup>	0,0044	125,93 <sup>a</sup>	0,0050	126,1 <sup>a</sup>	0,00638
Producto C	13,65 <sup>b</sup>	13,68 <sup>b</sup>	0,220	13,70 <sup>b</sup>	0,0037	13,82 <sup>b</sup>	0,0125	13,98 <sup>b</sup>	0,02418

Letras iguales en una misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente entre las muestras (p<0,05) PI: peso inicial en gramos; d: días, %VP: porcentaje variación de peso.

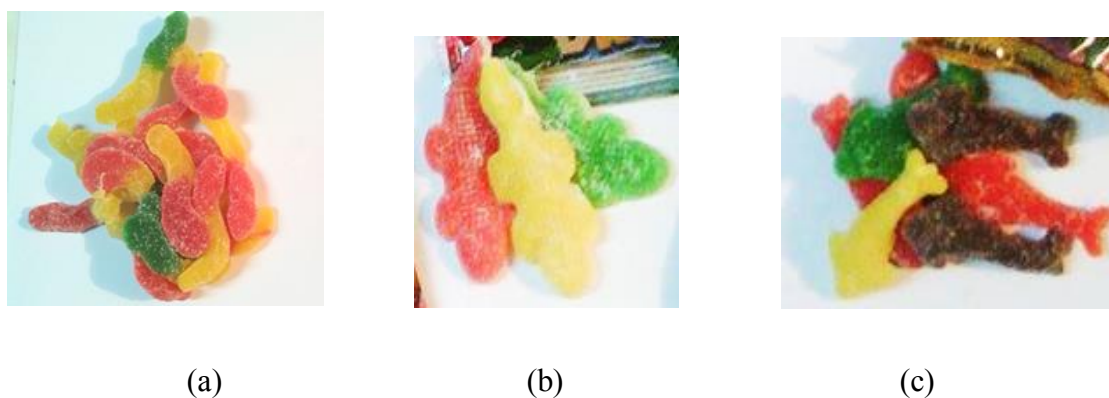


Figura 4. Comportamiento de las muestras sometidas a temperatura de 20°C durante 60 días de almacenamiento: a) Producto A, b) Producto B y c) Producto C

Esta premisa se avala con base a los resultados de las características fisicoquímicas evaluadas en el tiempo, donde se determinó que los valores encontrados de pH, contenido

de sólidos solubles y acidez, se mantuvieron estables y se ubican en el intervalo de tolerancia para su aceptación de la buena calidad, ya que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los distintos tiempos evaluados ( $P \geq 0,05$ ), como se observa en la (Figura 5).

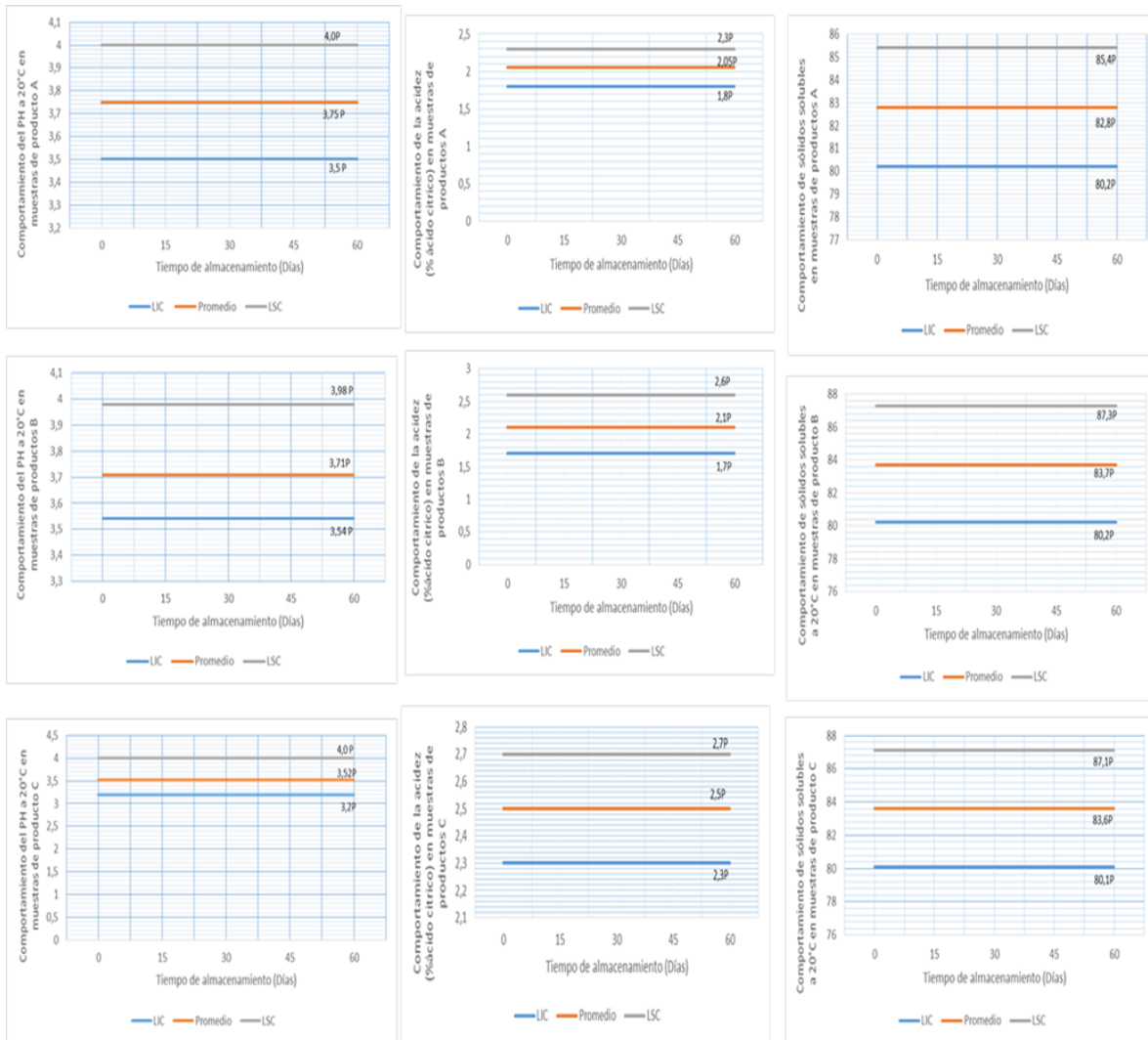


Figura 5. Comportamiento del pH (a), acidez (%ácido cítrico) (b) y sólidos solubles (°Brix) (c) a la temperatura de 20°C por 60 días de almacenamiento de las gomitas en estudio.

Al analizar la humedad, se determinó que las muestras de los tres productos se mantuvieron en el intervalo de los valores promedio que caracterizan a cada uno, no siendo significativa la variación en el tiempo (Figura 6). Sin embargo se encontró variaciones de la actividad de agua ( $a_w$ : 0,55 -0.60) con respecto al intervalo del producto recién elaborado ( 0,53-0,55) (Cuadro 12) ya que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las

Cuadro 12. Variación de la actividad de agua ( $a_w$ ) en las gomitas a la temperatura de 20°C durante el tiempo de almacenamiento de 60 días

Producto	Tiempo de almacenamiento (días) a la temperatura de 20°C				
	0	15	30	45	60
Muestra A	0,548 <sup>d</sup>	0,551 <sup>c</sup>	0,554 <sup>c</sup>	0,558 <sup>b</sup>	0,561 <sup>a</sup>
Muestra B	0,549 <sup>d</sup>	0,562 <sup>c</sup>	0,573 <sup>b</sup>	0,582 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>
Muestra C	0,550 <sup>d</sup>	0,564 <sup>cb</sup>	0,574 <sup>cb</sup>	0,586 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>

Letras iguales en una misma fila indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0.05$ )

muestras ( $P \geq 0,05$ ). Este resultado permitió inferir que a pesar de mantenerse la estructura física o forma del producto y las características fisicoquímicas, esta variación de la actividad de agua puede originar sensibilidad en el producto para el desarrollo de mohos y levaduras, a menos que se establezca una barrera con el uso del empaque, que controle esta variación. Al respecto, Castillo y Andino (2010) mencionan que valores promedio de  $a_w$  menores de 0,6 son indicativos de alimentos libres de microorganismos deteriorativos de la calidad.

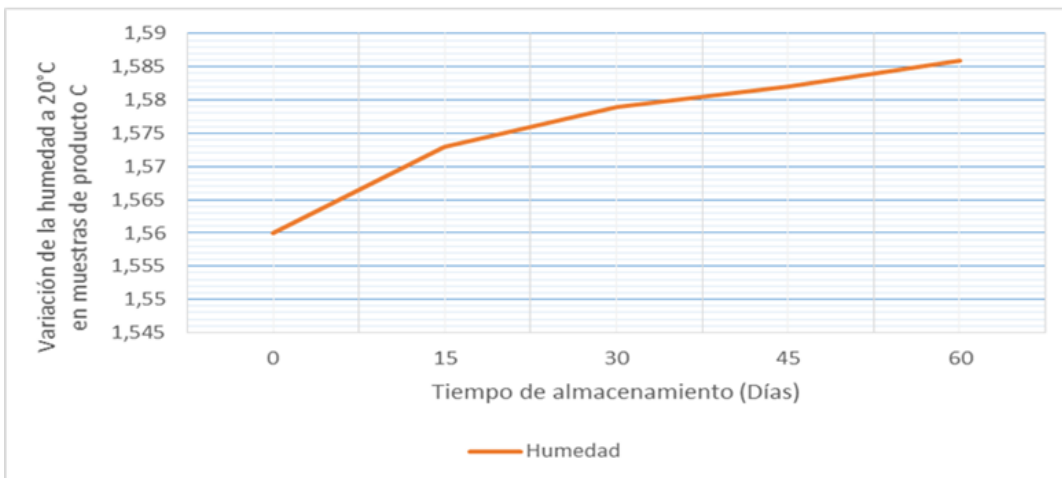
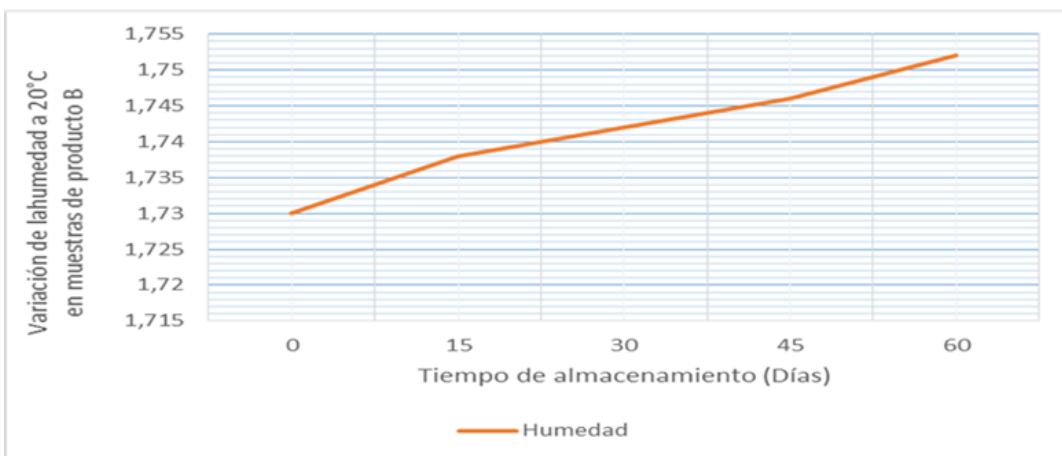
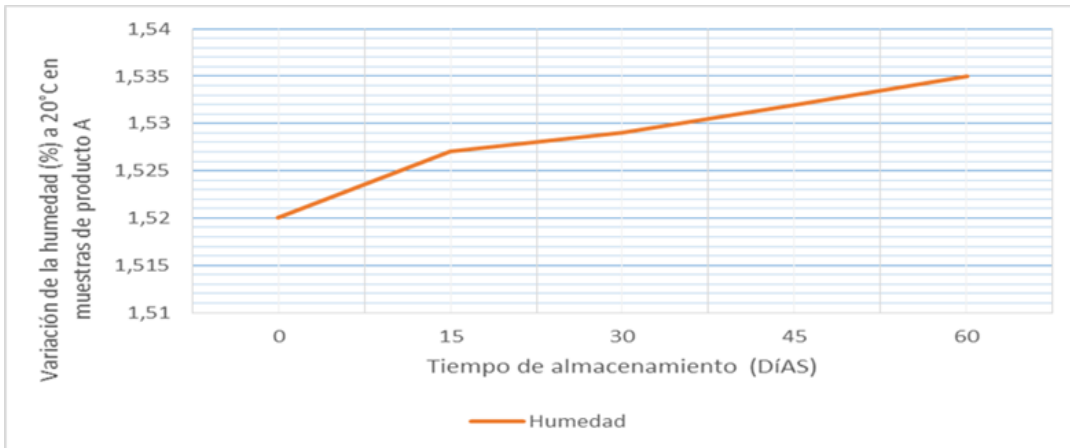


Figura 6. Comportamiento de la humedad a la temperatura de 20°C durante el almacenamiento de 60 días de las gomitas en estudio.

En el caso de la textura (Figura 7), no se detectaron variaciones en los valores promedio, ni en la elongación de la gomitas, dado esto por no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ( $P \geq 0,05$ ). Esta respuesta puede estar relacionada a la estabilidad detectada en el contenido de humedad.

Dado estos resultados se seleccionó como variable crítica la actividad de agua para establecer el cálculo de vida útil, aplicando la ley diferencial de velocidad.

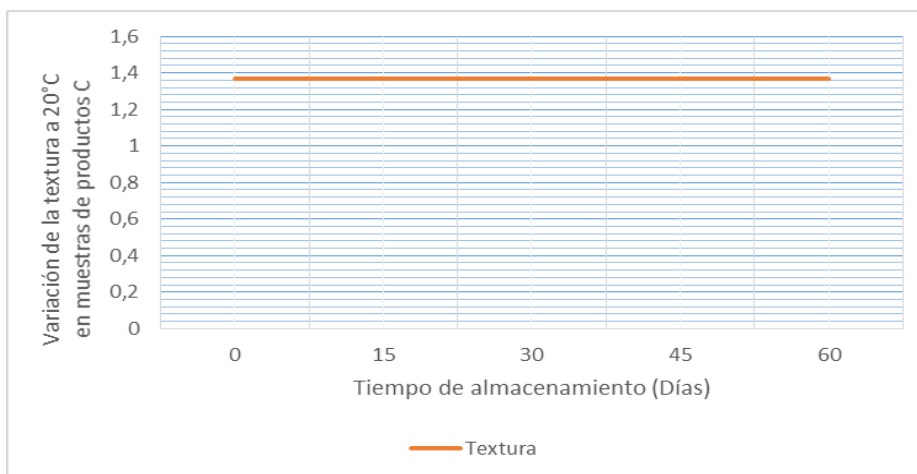
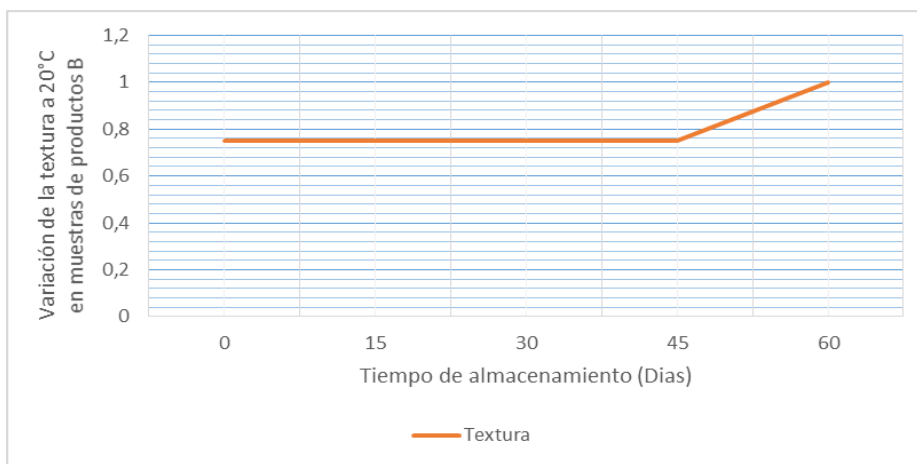
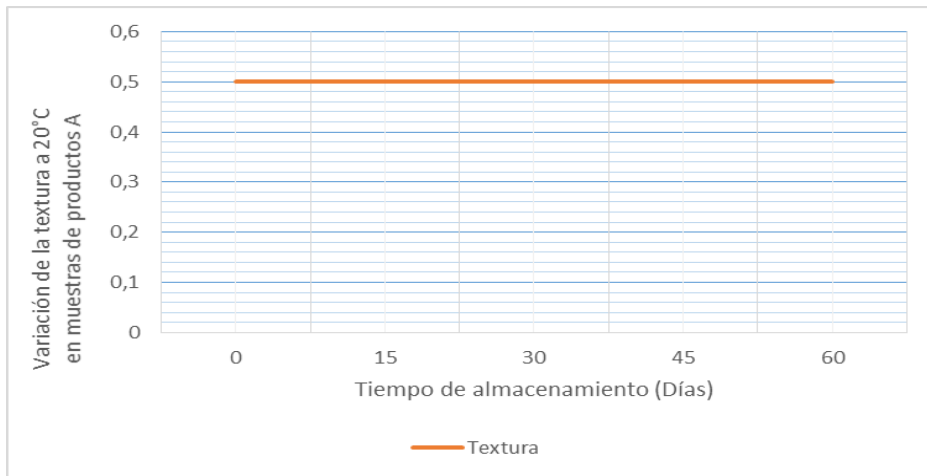


Figura 7. Comportamiento de la textura a la temperatura de 20°C durante el almacenamiento de 60 días de las gomitas en estudio.



**Determinar el tiempo de vida útil por el método acelerado en las tres condiciones de almacenamiento considerando las variables críticas**

El tiempo de vida útil de las gomitas en las tres presentaciones, se determinó tomando como variable crítica la actividad de agua y a partir de esta, se estableció la relación con el tiempo de estudio de 60 días a la temperatura de 20°C (Figura 8 y 9 ), estableciendo el modelo matemático más representativo dado por el coeficiente de determinación ( $r^2$ ).

Con base a lo señalado se obtuvieron los resultados que se indican en el (Cuadro 13) para cada uno de los productos en estudio, los cuales representaron los parámetros cinéticos de K que es la constante de velocidad de la reacción y n el orden de la reacción.

Cuadro 13. Orden de la reacción y constante de la velocidad para la temperatura de 20°C

Muestras	Temperatura de 20°C	
	n	k(1/dias)
A	1,64	$2,74739 \times 10^{-5}$
B	1,82	$2,3109 \times 10^{-4}$
C	1,67	$2,1592 \times 10^{-4}$

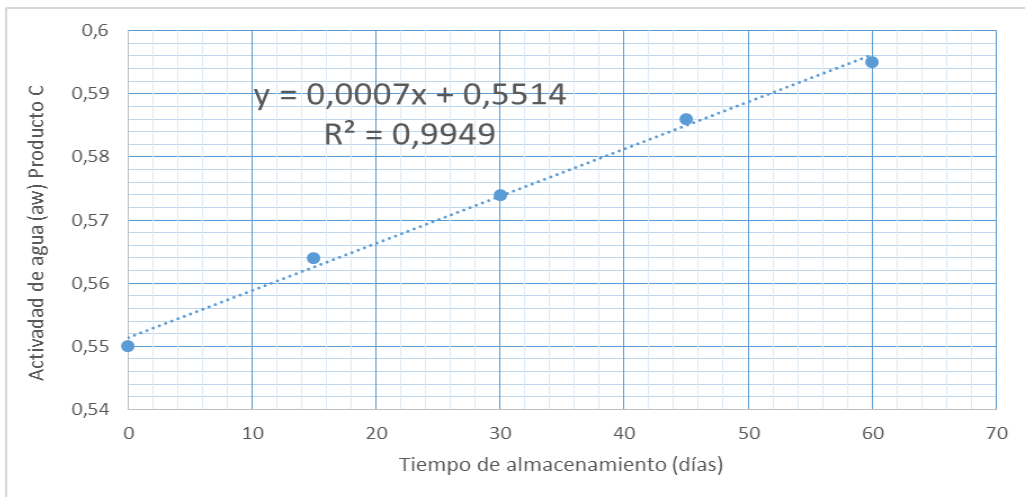
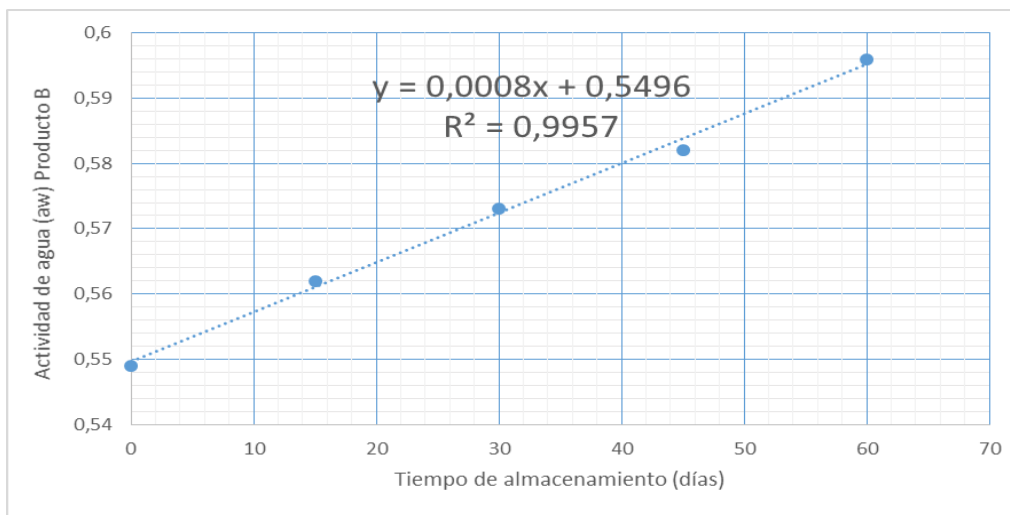
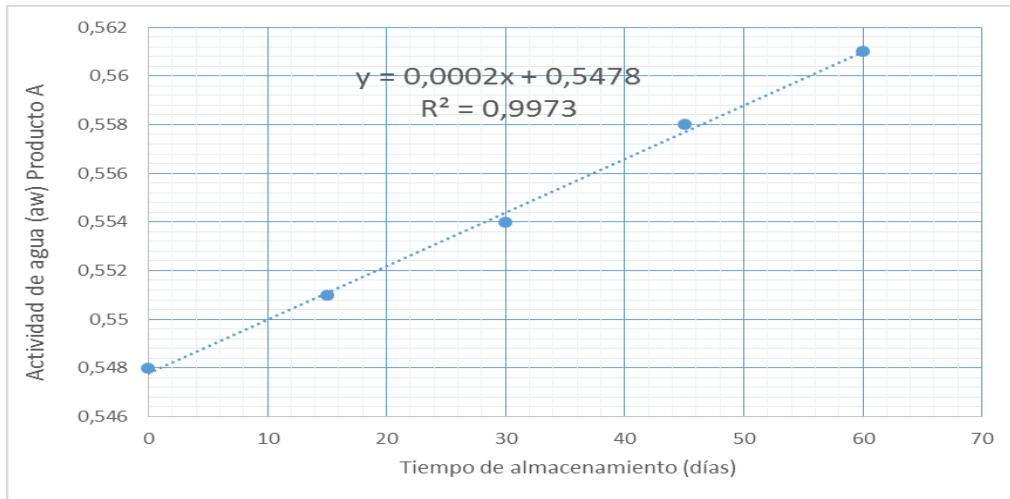


Figura 8. Variación de la actividad de agua en las gomitas almacenadas a la temperatura de 20°C en función del tiempo de 60 días

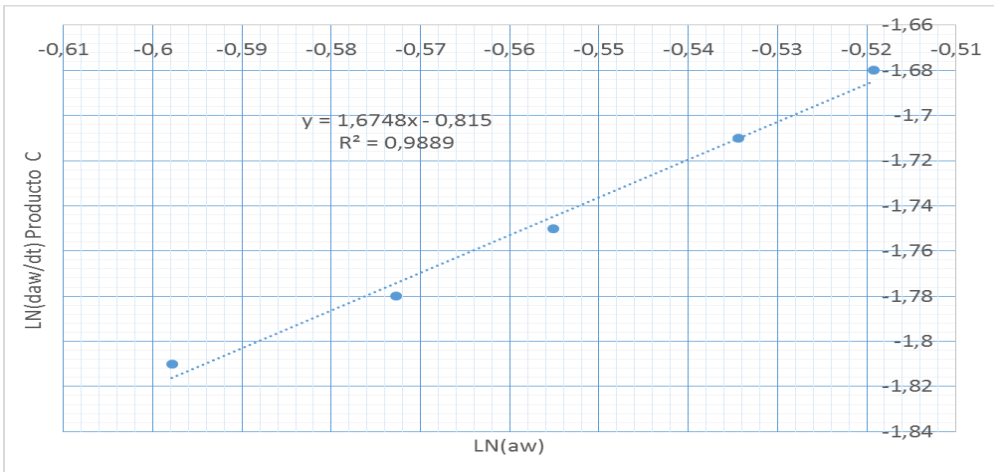
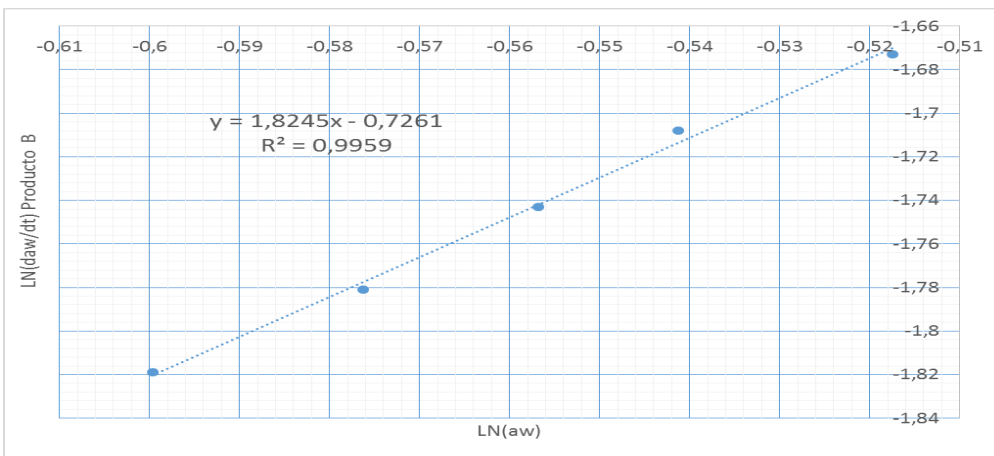
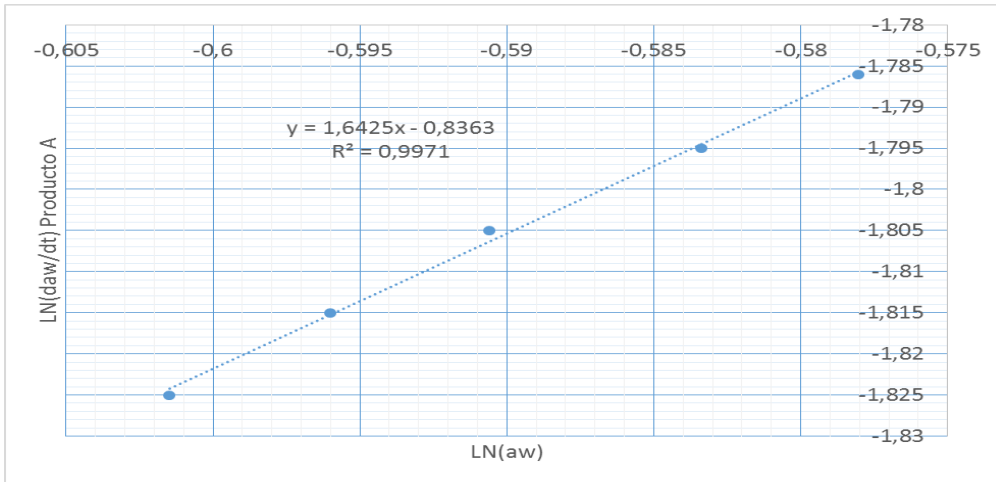


Figura 9. Parámetros cinéticos ( $n$  y  $k$ ) para las gomitas en estudio almacenadas a la temperatura de 20°C

Con estos parámetros cinéticos se determinó el tiempo de vida útil para las gomitas en sus diferentes presentaciones aplicando la siguiente ecuación: (Integrando:  $daw/dt = Kaw^n$  se obtiene EC3), se calculó para el producto A un tiempo de vida útil de 2,01 , para producto B de 1,26 y Producto C de 1,32 años (Cuadro 14). Trabajos similares reportan tiempos de vida útil menor a los obtenidos como en el caso de Pasquel, (2013).

$$t = \frac{\frac{aw^{1-n}}{1-n} - \frac{aw_0^{1-n}}{1-n}}{K} \quad (\text{EC3})$$

Donde: t: tiempo de vida útil

aw : Actividad de agua

n: Orden de la reacción

K: Constante de velocidad

Cuadro 14. Tiempo de vida útil de las gomitas en sus tres presentaciones para la temperatura de 20°C

<b>Producto</b>	<b>Tiempo de vida útil (años)</b>
A	2,01
B	1,26
C	1,32

## **Propuestas de las condiciones de manejo y almacenamiento adecuado para mantener la calidad comercial de las gomitas en estudio**

De acuerdo a los resultados de los objetivos anteriores, se plantea como propuesta ante las condiciones de manejo y transporte, en función de controlar los cambios de la variable crítica (aw), probar con un material de empaque, superior al actual (polipropileno de alta densidad de 20 – 22 micras), que permita controlar los cambios de la actividad de agua y a su vez ejercer un control sobre las altas temperaturas y la humedad relativa del medio sobre el producto. Esto con la finalidad de mejorar no solo estas variables, sino también el mantener en adecuadas condiciones otras características que con el tiempo de manejo y almacenamiento puedan alterarse ( peso, textura, sabor, color ) y afectar la calidad global de las gomitas.

Otra propuesta sería mantener el producto almacenado en un ambiente con temperaturas frescas alrededor de los 20°C, dado los resultados encontrados en el objetivo anterior, donde el material mantiene adecuadamente su calidad de fabricación. Pero además a nivel de empaque, se recomienda la incorporación o inyección de aire para favorecer la separación o soltura de las gomitas. Esta incorporación contribuiría en establecer una mejor transferencia de calor en caso de altas temperaturas y podría evitar el apelmazamiento entre las muestras y probablemente el cambio drástico de la estructura física de las formas de las gomitas dentro del empaque.

Por otro lado, se plantea ensayar algunas formulaciones, como las recomendadas por FUSADES (2002) (Cuadro 15) donde incorporan ingredientes con especificaciones claves para productos gelificados como las gomitas, considerando las condiciones de temperatura de manejo del producto a altas temperaturas para evitar durante el transporte y manejo modificaciones su estructura física, como las observadas en las muestras sometidas a las temperaturas de 35 y 45 °C.

Estas especificaciones sugieren que para establecer texturas resistentes a las altas temperaturas, se deben emplear agentes gelificantes con bajas concentraciones entre (5,0-6,0%) de gelatinas de alto Bloom (275-300), combinada con grenetina de altas

concentraciones entre (7,0-8,0%) de bajo Bloom (250- 275) e incluso incorporar, si se desea fibra soluble (0,41%) y calcio (0,25%) para lograr mayor resistencia al calor.

Bajo estas premisas se podría obtener una gomita menos pegajosas, claras a transparentes y más elásticas, que aquellas donde se incorpora almidón, indicándose que con esta fórmula lo ideal sería establecer contenidos de humedad finales de 8,0 a 12% y de sólidos en un 78-82%. Por otra parte, se señala en el Cuadro 15 de manera resumida el comportamiento de algunos agentes gelificantes en la conformación de gomitas y su resistencia al ser expuestos a altas temperaturas del medio ambiente, que podrían ser consideradas para mejorar la estabilidad de las gomitas cuando, se encuentran en condiciones ambientales de altas temperaturas.

Cuadro 15. Comportamiento de algunos agentes gelificantes para gomitas y su resistencia a las altas temperaturas del medio ambiente

Agente gelificante	% de proporción de uso (en relación a sólidos totales)	Cuerpo que otorga	Resistencia al calor	Estabilidad a la acidez (rangos de pH)
Grenetina o Gelatina	5.8 – 12	Elástico y con rebote	* *	3.0-4.5
Almidones modificados	8 – 15	Corto y semi-suave	* *	6.8-10.0
Pectina	1 – 2.5	Tierno y corto	*	2.0-2.5
Goma Arábica	10 - 40	Duro y corto	* * *	4.0-9.0
Agar-Agar	1.5 – 2.5	Tierno y corto	* * *	2.0-8.0

Fuente: FUSADES (2002)

## Conclusiones

- ✚ Las gomitas en estudio, se caracterizaron como un confite de pH ácido de altos niveles de acidez y sólidos solubles, con un bajo contenido de humedad y actividad de agua, estable a temperatura ambiente, que tiene una textura sólida, firme, ligeramente blanda, semi-elástica y masticable, con valores promedio diferentes entre las muestras.
- ✚ Las muestras sometidas a pruebas aceleradas de temperaturas a 35 y 45°C a nivel de estufa de laboratorio con y sin ventilación forzada, por el lapso de 60 días, presentaron cambios en su estructura física comercial, por haberse derretido el gel, transformándose en una masa blanda, plástica y desuniforme. Mientras que a la temperatura de 20°C, las muestras se mantuvieron estables.
- ✚ Las muestras almacenadas a la temperatura de 20°C durante el tiempo de 60 días mantuvieron estable las características de pH, sólidos solubles, acidez, contenido de humedad y textura, con variaciones significativas de la actividad de agua (aw), que la definieron como la variable crítica para estimar la vida útil.
- ✚ El tiempo de vida útil calculado a la temperatura de almacenamiento de 20°C, fue de 2,01, 1,26 y 1,32 años para las muestras del producto A, B y C respectivamente, calculado este con base a la actividad de agua como variable crítica.
- ✚ Para el manejo y almacenamiento de los productos en estudio, se propuso seleccionar condiciones de temperaturas frescas alrededor de 20°C, con la finalidad de mantener las características de aceptación sensorial.

## Recomendaciones

- ✚ Establecer supervisiones estrictas en los puntos de control operativos, formulación, mezclado y moldeado para asegurar el cumplimiento de las especificaciones de fabricación, con la finalidad de asegurar la resistencia textural requerida para ambientes con temperaturas superiores a 30°C.
- ✚ Considerando la información de la literatura con relación a las formulaciones de gomitas se recomienda formulaciones con la combinación de agentes gelificantes de diferentes grados bloom, con la intención de aumentar la resistencia de la estructura física de las gomitas, ante el manejo y almacenamiento en altas temperaturas del medio ambiente que tienden a afectar la integridad del producto empacado. Esto como alternativa a la resistencia textural por efecto de las altas temperaturas.
- ✚ Almacenar el producto en ambientes con temperaturas frescas alrededor de los 20°C, ya que en esta condición, el producto mantiene todas sus características de aceptación sensorial por un tiempo máximo de 2,01, 1,26 y 1,32 años para las muestras del producto A, B y C respectivamente.
- ✚ Probar con un material de empaque aluminizado de dos capas, la primera de polipropileno biorientado y la segunda polipropileno aluminizado que permita proteger el producto a temperaturas altas y de esta manera pueda mantener su calidad global.
- ✚ Se recomienda incorporar como variables críticas para monitorear la vida útil de las gomitas la textura ( 0,5- 0,75 kgf) y la humedad (2,0-2,5%) además de la actividad de agua en valores promedio de 0,3- 0,4, aplicando la ley diferencial de velocidad.
- ✚ Se recomienda usar antioxidante, para prever cambios indeseables del sabor de las gomitas, por posible deterioro del aceite usado para su recubrimiento.



## Referencias bibliograficas

- Aranda, I; O. Tamayo; E. Barbosa; M. Segura; Y. Moguel; D. Betangur. 2014. Desarrollo de una golosina tipo gomita reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con *Stevia rebaudiana* B. *Nutrición Hospitalaria* 31(1): 334-340
- Amagua, A; M. Casco 2015. Desarrollo de una formulación para gomitas con miel de abejas y propóleo. Proyecto presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero en Agroindustria Alimentaria.
- Alvarez, P 2006. Procedimientos y programas de seguridad alimentaria: HACCP, GMP, control de calidad del agua, zonificación y sanitización alimentaria en la industria de gelatinas. Trabajo de grado para optar al título de ingeniera Química- Industrial. Universidad San Francisco de Quito
- Andino, F; Y. Castillo 2010. Microbiología de alimentos. Enfoque práctico para la inocuidad alimentaria.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Determinación de actividad de agua (aw) método N° 978.18. Official methods of analysis. Volume II. 16th ed. AOAC, Arlington, V.A. USA. 1289p.
- Bello, J (2000) Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos 11 de agosto 2015 (En línea) [https://books.google.co.ve/books?id=94BilkBJ6UC8dq=ciencia+bromatológica&hl=es&source=gb\\_s\\_navlinks\\_s](https://books.google.co.ve/books?id=94BilkBJ6UC8dq=ciencia+bromatológica&hl=es&source=gb_s_navlinks_s)
- Chica, B; y S. Osorio. 2003 Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero químico. Colombia Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- Chocano, A 2007. Recopilación tecnológica de agentes de textura y sus aplicaciones.

- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) 1977. Frutas y productos derivados. Determinación de acidez N° 1151. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) 1989. Mermeladas y jaleas de frutas N° 2592. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) 1983 Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría N° 924. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) 1979 Alimentos. Determinación del pH (Acidez iónica) N° 1315. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) 1995. Granos de cacao. Determinación de humedad. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) 1981 Frutas Toma de muestras N° 1769. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- Carreres, J 2014. Métodos para estimar la vida útil de un producto de alimentación. Centro tecnológico Ainia 10 de agosto 2015 (En línea) [tecnoalimentalia.ainia.es/web/tecnoalimentalia/últimas-tecnologías/-/articulos/rT64/content/3-métodos-para-estimar-la-vida-util-de-un-producto-de-alimentación](http://tecnoalimentalia.ainia.es/web/tecnoalimentalia/últimas-tecnologías/-/articulos/rT64/content/3-métodos-para-estimar-la-vida-util-de-un-producto-de-alimentación).
- EUFIK. 2014. La vida útil de los alimentos y su importancia para los consumidores. Alimentación hoy en día 10 de agosto 2015 (En línea) [http://www.eufic.org/article/es/artid/La\\_vida\\_util\\_de\\_los\\_alimentos\\_y\\_su\\_importancia\\_para\\_los\\_consumidores/](http://www.eufic.org/article/es/artid/La_vida_util_de_los_alimentos_y_su_importancia_para_los_consumidores/)
- ECURED. 2015. Hidrocoloides en confitería. 22 de diciembre 2015 (En línea) [www.ecured.cu/index.php?=&Especial:Entrar&returnto=hidrocoloides+en+confiteria](http://www.ecured.cu/index.php?=&Especial:Entrar&returnto=hidrocoloides+en+confiteria)
- ECURED. 2015 Acidulantes y reguladores de pH en confitería (En línea) [http://www.ecured.cu/Acidulantes\\_y\\_reguladores\\_de\\_pH\\_en\\_confiter%C3%ADa](http://www.ecured.cu/Acidulantes_y_reguladores_de_pH_en_confiter%C3%ADa)

- Florez, R 2004. Factibilidad para la creación de una empresa de gomas dulces en el municipio de PIEDECUESTA. Trabajo para optar al título de profesional en gestión empresarial. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga.
- FUSADES, 2002 (Fundación salvadoreña para el desarrollo económico y social) Innovación tecnológica en confitería y chocolatería.
- García, C; y M. Molina 2008. Estimación de vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas 18(1) : 57 - 64
- Gomas naturales. 2006. Sistemas estabilizantes. 29 de diciembre del 2015.( En línea)  
[http://www.gomasnaturales.com/confiteria\\_botanas.htm](http://www.gomasnaturales.com/confiteria_botanas.htm)
- García, C; G. Chacón; M. Molina. 2011. Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. Revista de ingeniería. 21(2): 31-38.
- Lisi, M 2012 Caracterización de almidones de maíz: nativo y modificados Trabajo de grado para optar al título de Magister en Tecnología de Alimentos.Universidad Católica de Córdoba
- Makymat.2014. Confitería, un sector de innovación. (En línea)<http://www.makymat.com/contenido/archivospdf/Confiteria.pdf> Consultado: 5 dic 2015.
- Montgomery, D. (2001) Design analysis experiments.
- NTE (Norma Técnica Ecuatoriana). 2000 Productos de confitería. N° 2 217:2000. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrónes. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Primera Edición. Editorial INEN, Quito- Ecuador. 13p.
- NTC (Norma Técnica Colombiana) 2008. Productos Alimenticios. Caramelos duros N° 424
- Orozco, N 2015 Tendencias innovadoras en la industria de la Confitería (En línea)  
<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1556/Articulos%20de%20Productos%20de%20Confiteria%20sin%20azucar,%20editado-1.pdf>

- Ochoa, K 2014 Modulo I: Caramelo duro, caramelo blando, productos aireados 9 de agosto 2015 (En línea)<http://es.slideshare.net/kievochoapumaylle/confitera-industrial-modulo-i>
- Pasquel, B 2013 Desarrollo de una gomita masticable de mora (*Rubus Glaucus*) fortificada con carbonato de calcio. Tesis de grado para optar al título de ingeniero en alimentos. Universidad San Francisco de Quito.
- Rea, Sara; Fajardo,Z; Solano,L; Paéz,M; Sánchez,A 2005. Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana al norte de valencia, Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 55(3).
- Reyo,A; D. Macías; M. Soto; J. Ortiz; P. Pérez 2010. Desarrollo de formulaciones de productos de confiteria de bajo aporte calórico utilizando alcoholes polihidricos como edulcorantes.XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Guanajuato.
- Rondon, E; E.Pacheco; F.Ortega. 2004. Estimación de vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q<sub>10</sub>. Revista de la facultad de agronomia (LUZ) 21 : 68-83.
- Salazar,E; Belén,D ; Marín, G; Moreno,H 2007. Cinética de deterioro del aceite de la semilla de la palma coroba (*Attalea maripa*) 19(2) : 172-174.
- Vignoni, J. 2002 Control de procesos.
- Witting de Penna. 1991. Evaluación sensorial: una metodología actual para la tecnología de alimentos. Talleres gráficos USACH. Capítulo IV: Metodología de evaluación sensorial. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 786 p.

## ANEXOS

### Planilla de evaluación sensorial

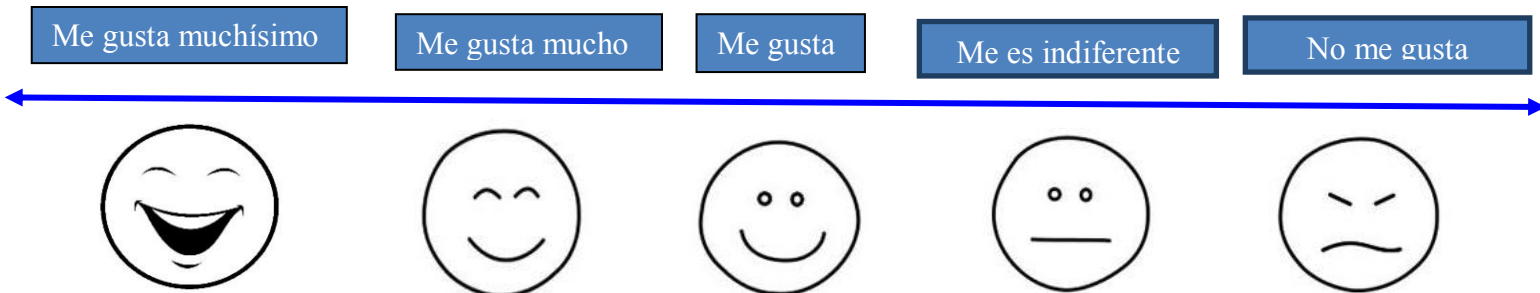
Nombre del producto: Golosina tipo "Gomita"

Nombre: .....

Fecha:.....

Pruebe el producto que se presenta a continuación, e indique con una cruz sobre la línea de la escala, su opinión sobre el producto que acaba de probar.

Nivel de agrado



### Planilla de evaluación sensorial

Nombre del producto: Golosina tipo Gomita

Nombre:-----

Fecha:-----

A continuación se le entrega una muestra de gomitas para su evaluación sensorial, califica cada muestra de acuerdo a su preferencia. Usando la escala que se presenta debajo del cuadro

#### EVALUACIÓN SENSORIAL

CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL
M-200					
L-450					
Z-520					

Escala:

1: Me gusta muchísimo

5: Me gusta

9: No me gusta

3: Me gusta mucho

7: Me es indiferente