



**Estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como
bioconservante y su aplicación en distintas conservas vegetales
(Alimentos de II Gama)**

Perrazo Guerra, Carol Leticia

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería en
Agropecuaria

Dra. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee. Ph.D.

29 de Agosto del 2022

Reporte de verificación de contenido



Firma:



SUNGEY NAYNEE
SANCHEZ LLAGUNO

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D
C.C: 1205348673



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de integración curricular, "**Estudio de diferentes concentraciones de nisina como bioconservante y su aplicación en distintas conservas vegetales (Alimentos II Gama)**" fue realizado por el señorita **Perrazo Guerra, Carol Leticia**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto del 2022

Firma:



Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D
C.C: 1205348673



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Perrazo Guerra, Carol Leticia**, con cédula de ciudadanía N° **1722883426** declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Estudio de diferentes concentraciones de nisina como bioconservante y su aplicación en distintas conservas vegetales (Alimentos II Gama)"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto 2022

Firma:

.....
Perrazo Guerra, Carol Leticia
C.C: 1722883426



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Perrazo Guerra, Carol Leticia**, con cédula de ciudadanía N° 1722883426, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Estudio de diferentes concentraciones de nisina como bioconservante y su aplicación en distintas conservas vegetales (Alimentos II Gama)"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto del 2022

Firma:

Perrazo Guerra, Carol Leticia
C.C: 1722883426

Dedicatoria

Dedico mi tesis con todo amor y cariño a mis padres Carlos Perrazo y Olga Guerra ya que ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y amor incondicional para alcanzar mis propósitos, a mi hermana Camila Perrazo por ser mi compañera de vida y brindarme su cariño en cada paso.

A mis abuelitos Julio Perrazo y Dolores Macias por todo el amor y apoyo en esta etapa por ser mi motor para seguir adelante.

A mis dos ángeles en el cielo mis abuelitos Humberto Guerra y Teresa Moreno que donde quiera que se encuentren sé que me bendicen y guían mis pasos.

A mi enamorado Omar A. ya que su ayuda ha sido fundamental motivándome y ayudándome a lo largo de mi carrera y brindándome su cariño incondicional.

A mis sobrinos Mathius y Melisa fuente de inspiración para lograr esta meta.

A mis primos Juan P, Patricia P, Cristopher G, Kimberly G, quienes desde siempre han estado conmigo incondicionalmente aconsejándome, dándome fuerza para seguir adelante en cada paso de mi vida.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a mis padres Carlos Perrazo y Olga Guerra que con su amor y apoyo incondicional han sabido guiar mis pasos para lograr mis metas. A mi hermana Camila P por el apoyo y brindarme fuerzas en esta etapa muy importante.

A mi abuelita Dolores Macias y tío Víctor Guerra por acogerme en su hogar a lo largo de mis estudios.

A mis abuelitos Julio Perrazo y Teresa Moreno (†) quienes me apoyaron incondicionalmente. A mis tíos Elizabeth Perrazo y Benjamín Guerra por ser mis segundos padres y estar presentes en cada una de mis metas

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-SD por el conocimiento impartido para formarme como profesional a lo largo de mis estudios universitarios

Con gratitud a mi tutora Ph.D. Sungey Sánchez por permitirme realizar esta investigación, y la orientación brindada y al Ph.D. Juan Neira por la colaboración y asesoría.

Al Ing. Jhoan Plúa e Ing. Kathy Medina por la colaboración y la ayuda brindada a lo largo de esta investigación.

A mis amigos y amigas Cristina Ñ, Nicole M, Jonathan V, Alex B, Jessica C, Karina Z, Madeline Merchán, Sebastián V, a mi enamorado Omar A, por todo el apoyo y amistad incondicional a lo largo de mi vida.

A Diana R, y Haider C por brindarme su apoyo para la finalización de este trabajo.

Carol

Índice de contenido

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido.....	8
Índice de Tablas.....	12
Índice de Figuras	14
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I	17
Introducción	17
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos.....	18
Hipótesis	19
<i>Hipótesis para el Factor A (Tipo de conservas)</i>	19
<i>Hipótesis para el Factor B (Concentraciones de nisina)</i>	19

<i>Hipótesis para el Factor C (Proceso)</i>	19
Capítulo II	20
Revisión de literatura	20
Conservas	20
Etapa expedición conservas.....	20
Conservación por acidificación	20
Conservación por azúcar.....	21
Tipos de alimento en conserva.....	22
Bacteriocinas.....	23
Nisina	24
Capítulo III	28
Metodología	28
Ubicación del área de investigación	28
Materiales	30
Métodos	33
Diseño experimental.....	34
Análisis estadístico.....	37
Análisis funcional.....	37
Manejo específico del Experimento	38
Variables evaluadas	38
Capítulo IV	44
Resultados	44
Análisis de varianza para la variable pH.....	44
Análisis de varianza para la variable Acidez Titulable	45

Análisis de varianza para la variable ceniza	46
Análisis de varianza para la variable humedad.....	47
Análisis de varianza Tukey Factor A	49
Análisis de varianza Tukey Factor B	50
Análisis de varianza Tukey Factor C	51
Análisis de varianza Tukey Factor AB	52
Análisis de varianza Tukey Factor AC	53
Análisis de varianza Tukey Factor BC	54
Análisis de varianza Tukey Factor ABC.....	55
Capítulo V	72
Discusión	72
Pruebas físico-químicas a las conservas vegetales	72
Ceniza.....	72
Fibra.....	73
Humedad	73
Tipo de fruta (Factor A)	73
Concentración (Factor B)	75
Operación (Factor C).....	76
Tipo de Fruta * Concentración de nisina (Factor AB).....	76
Tipo de Fruta * Operación (Factor AC)	77
Concentración de nisina * Operación (Factor BC)	77
Tipo de Fruta * Concentración de nisina * Operación (Factor ABC)	77
Capítulo VI	79
Conclusiones y recomendaciones.....	79

Conclusiones.....	79
Recomendaciones.....	81
Capítulo VII.....	82
Bibliografía.....	82

Índice de Tablas

Tabla 1 Clasificación de las bacteriocinas	24
Tabla 2 Composición química y física de la nisina	25
Tabla 3 Recursos empleados para la aplicación de las distintas concentraciones de nisina las conservas vegetales	30
Tabla 4 Recursos utilizados para la determinación de pH en las muestras de conservas vegetales	30
Tabla 5 Recursos empleados para la determinación de acidez titulable en las muestras de conservas vegetales.	31
Tabla 6 Recursos empleados para la determinación de ceniza en muestras de conservas vegetales	31
Tabla 7 Recursos empleados para la determinación de humedad en muestras de conservas vegetales	32
Tabla 8 Recursos empleados para la determinación de fibra en muestras de conservas vegetales	32
Tabla 9 Recursos empleados para la determinación de presencia de microorganismos en muestras de conservas vegetales	33
Tabla 10 Datos para tratamiento de conservas vegetales con el bioconservante	34
Tabla 11 Factores y niveles a probar en el estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante en diferentes conservas	34
Tabla 12 Tratamientos a comparar en el estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante de conservas vegetales.....	35
Tabla 13 Esquema del análisis de varianza del estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante en conservas vegetales.....	37
Tabla 14 Análisis de varianza para el pH.....	44
Tabla 15 Análisis de varianza de acidez.....	45

Tabla 16 Análisis de varianza de ceniza	46
Tabla 17 Análisis de varianza de humedad	47
Tabla 18 Análisis de varianza fibra	48
Tabla 19 Análisis de varianza Tukey Factor A	49
Tabla 20 Análisis de varianza Tukey Factor B	50
Tabla 21 Análisis de varianza Tukey Factor C	51
Tabla 22 Análisis de varianza Tukey Factor AB.....	52
Tabla 23 Análisis de varianza de Tukey Factor AC.....	53
Tabla 24 Análisis de varianza de Tukey Factor BC.....	54
Tabla 25 Análisis de varianza de Tukey Factor ABC	55
Tabla 26 Matriz de correlaciones	69
Tabla 27 Varianza total explicada	69
Tabla 28 Matriz de componente	70

Índice de Figuras

Figura 1 Estructura Química de la Nisina	26
Figura 2 Mecanismo de acción dual de la nisina <i>Lactococcus lactis</i>	27
Figura 3 Área de investigación	29
Figura 4 Factor A (Tipo de fruta)	57
Figura 5 Factor B (Concentraciones de nisina).....	58
Figura 6 Factor C (Operación).....	60
Figura 7 Interacción A*B (Tipo de Fruta*Concentración)	61
Figura 8 Interacción A*C (Tipo de fruta*Operación)	63
Figura 9 Interacción B*C (Concentración*Operación).....	64
Figura 10 Interacción A*B*C (Tipo de fruta*Concentración*Operación).....	65
Figura 11 Factor A de UFC	67
Figura 12 Factor B de UFC	68
Figura 13 Factor C de UFC	68
Figura 14 Gráfico de Sedimentación	70
Figura 15 Gráfico de componentes principales.....	71

Resumen

En la presente investigación se obtuvo como objetivo estudiar el efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante y aplicación en distintas conservas vegetales. La presente investigación se realizó en los laboratorios de Agroindustrias y Bromatología de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE extensión Santo Domingos de los Tsáchilas.

Se planteó dos fases la primera consistió en la elaboración de las conservas de forma artesanal de pepino, piña y mango; la segunda la aplicación de las diferentes dosis de nisina (100, 200, 300 ppm) en las conservas para los análisis físico-químicos como variables de cenizas y fibra, también variables de pH, acidez titulable, como también UFC en mohos y levaduras, aerobios y enterobacterias.

Se planteó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A), con 18 tratamientos y tres repeticiones, conformando 54 unidades experimentales en donde se obtuvo como resultados de los mejores tratamientos T10 (mango*100ppm* estéril), T1 (mango*100ppm* Sin Esterilizar), T13 (mango*200ppm* estéril), T16 (mango*300ppm* estéril), esto basado en parámetros de pH y acidez que son factores de importancia en procesos de conservación.

Palabras clave: conservas, nisina, análisis físico-químicos

Abstract

The objective of this research was to study the effect of different concentrations of nisin as a biopreservative and its application in different vegetable preserves. This research was carried out in the laboratories of Agroindustry and Bromatology of the University of the Armed Forces - ESPE extension Santo Domingos de los Tsáchilas.

The first phase consisted of the elaboration of canned cucumber, pineapple and mango in an artisanal way; the second phase consisted of the application of different doses of nisin (100, 200, 300 ppm) in the canned products for physical-chemical analysis such as ash and fiber variables, also pH variables, titratable acidity, as well as CFU in molds and yeasts, aerobes and enterobacteria.

A Completely Randomized Block Design (D.C.B.A.) was used, with 18 treatments and three replications, conforming 54 experimental units where the best treatments were T10 (mango*100ppm* sterile), T1 (mango*100ppm* Unsterilized), T13 (mango*200ppm* sterile), T16 (mango*300ppm* sterile), based on pH and acidity parameters that are important factors in preservation processes.

Keywords: canning, nisin, physical-chemical analysis

Capítulo I

Introducción

Las conservas se las conoce como productos envasados herméticamente las cuales están sometidas a procesos de esterilización para de esta manera obtener una conservación a temperatura ambiente por un período largo (LIPA, 2020).

El sector de las conservas está formado por empresas locales las cuales son procesadoras de frutas y vegetales para el mercado nacional como internacional, debido a la alta diversidad de materia prima que posee el Ecuador, los problemas que se presentan es la calidad del producto (Gualavisí, 2011).

Las conservas en nuestro país son altamente demandadas de exportación es debido a que la riqueza agrícola debido a las agroindustrias cuenta con ventajas competitivas que son favorables debido a la ubicación geográfica que incide en la presencia de microclimas; de tal manera que permite obtener productos en épocas que otros países no hay producción (Dorado, Gómez, & Rodríguez, 2004).

En la industria alimentaria una de las responsabilidades es garantizar la inocuidad de los productos de tal manera que es necesario el uso de conservantes; el conservante natural de mayor potencial en la industria es la nisina, siendo este un péptido antimicrobiano el cual es producido por cepas *Lactococcus lactis*. La nisina es la única bacteriocina que ha sido aprobada por la OMS para ser usada en los productos alimentarios (Cano, Gómez, Oviedo, & Ríos, 2015).

La presente investigación se realizó con la finalidad de aportar a la industria alimenticia como también evaluar los efectos de la aplicación de un bioconservante (nisina) para la conservación de las diferentes conservas. De tal manera que se pueda identificar el mejor tratamiento de conservación en las conservas vegetales.

Objetivos

Objetivo General

Estudiar el efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante y su aplicación en distintas conservas vegetales (Alimentos II Gama)

Objetivos Específicos

- Elaborar conservas de pepino, piña y mango.
- Evaluar distintas concentraciones de nisina como bioconservante para determinar la vida útil de las conservas.
- Determinar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos las características de las conservas.

Hipótesis

Hipótesis para el Factor A (Tipo de conservas)

Ho: El tipo de conserva no influye en la conservación mediante la aplicación de nisina.

Ha: El tipo de conserva influye en la conservación mediante la aplicación de nisina.

Hipótesis para el Factor B (Concentraciones de nisina)

Ho: Las distintas concentraciones de nisina aplicadas a las conservas no influye en los parámetros de conservación.

Ha: Las distintas concentraciones de nisina aplicadas a las conservas influye en los parámetros de conservación.

Hipótesis para el Factor C (Proceso)

Ho: El tipo de proceso no influye en los parámetros de conservación

Ha: El tipo de proceso influye en los parámetros de conservación

Capítulo II

Revisión de literatura

Conservas

Las conservas de frutas y hortalizas se mantendrán en óptimas condiciones a lo largo del tiempo siempre y cuando se realice las actividades adecuadas para el control de microorganismos.

En el caso de frutas y hortalizas conservadas ,los microorganismos son capaces de causar alteraciones y gracias al calor son destruidos como también por el contacto posterior al envasado, se previene por el uso de recipientes herméticamente sellados (Castelli, 2018).

Etapa expedición conservas

Es el acondicionamiento de los productos para llegar en condiciones aptas a los clientes, por la general en esta etapa se presentan tres tipos de alteraciones en los envases:

- Alteración microbiana: calentamiento térmico o enfriamiento inadecuado que provoca la aparición de microorganismos, por lo general bacterias de putrefacción o tóxicas.
- Alteración química: relaciones químicas indeseables de los alimentos con componentes de mismo envase o la corrosión.
- Alteración física: es el llenado en exceso por falla en el proceso por la congelación del alimento (Gaitán, 2013).

Conservación por acidificación

La acidificación de los alimentos permite crear un medio para evitar el deterioro que a su vez crea un medio desfavorable para el desarrollo de microorganismos.

- Acidificación natural: se logra mediante una fermentación láctica predominante la cual asegura la conservación basada en el principio acidoceno-anabiosys, también denominada conservación bioquímica.
- Acidificación artificial: se realiza la adición de ácido acético, que es un ácido orgánico inocuo para la salud humana y se establece en condiciones de trabajo específicas.
- Acidificación combinada: esta es una tecnología que implica como paso preliminar la elaboración de una fermentación láctica débil seguida por una acidificación (adición de vinagre) (Dauthy, 1995).

Conservación por azúcar

Esta tecnología se basa en la adición de azúcar en cantidades necesarias para de esta manera aumentar la presión osmótica de la fase líquida del producto del producto a un nivel que imposibilite el desarrollo de microorganismos.

Sin embargo, desde el punto de vista práctico, generalmente es habitual eliminar parcialmente el agua (por ebullición) de la conserva, con el fin de obtener una mayor concentración de azúcar.

En la conservación con azúcar por la reducción de agua a una determinada cifra la cual es suficiente para bacterias e inhibe la levadura neosmófila pero no previene el ataque de mohos; por lo cual se utiliza se utilizan distintos medios para evitar el desarrollo de mohos:

- Pasteurización de productos terminados.
- Uso de conservantes químicos para adquirir la asepsia de la superficie del producto (Dauthy, 1995).

Tipos de alimento en conserva

Piña

Es la fruta tropical con mayor demanda a nivel mundial debido a su agradable sabor y el alto contenido de fibra que posee, sobre todo porque es una fuente importante de vitaminas c, b1, b6, ácido fólico y minerales como el potasio; se la conoce como una fruta diurética la cual permite la eliminación de toxinas, posee un elevado porcentaje de agua, apenas grasa y es baja en calorías (Cerrato, 2013).

Usos de la piña

El fruto de la piña se consume en fresco como también en conservas, se puede obtener jugo o en forma de jarabe, vino de piña, vinagre también es empleada en la fabricación de bebidas gaseosas y licores, extracción de ácido cítrico y en determinados productos farmacéuticos (Mena, 2011).

Mango

La fruta de mango es una fuente importante de fibra y vitaminas por lo que la pulpa presenta una concentración significativa de compuestos como son vitamina A, como también compuestos con gran capacidad antioxidante como la vitamina C, vitamina E, polifenoles, carotenos; también aporta pequeñas cantidades de hierro, fósforo y calcio. En su composición también presenta de una sustancia denominada manguiferina que al parecer ejerce una acción antioxidante inmunomoduladora, antiviral y antitumoral (Sumaya, Sánchez, Torres, & García, 2012)

Usos del mango

El mango tiene diversas formas de industrialización entre ellas tenemos pulpa de mango, jugo de mango, néctar de mango, mango deshidratado, vino de mango, líquido de

cobertura, yogurt con mango como ingrediente, todos los anteriormente descritos se derivan de la pulpa de mango (Ramos, 2014).

Pepino

El pepino es una hortaliza de bajo contenido calórico a su reducido contenido en hidratos de carbono cuando se compara con otras hortalizas, y si alta cantidad de agua.

Aporta con cantidades pequeñas de folatos y en proporciones muy menores tiamina y niacina, el aporte vitamínico esta hortaliza es el de vitamina C, es importante mencionar que no se considera que sea alta en minerales sin embargo es abundante en potasio en menores proporciones se hallan el fósforo, magnesio y hierro (EFSA, 2011)

Bacteriocinas

Las bacteriocinas son péptidos con actividad antimicrobiana producida por un número de bacterias y poseen la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos; estas bacteriocinas actúan sobre la pared celular.

Existe una variedad de bacteriocinas reportadas en la mayor parte de especies bacterianas, inclusive en una misma especie podrían presentarse diferentes tipos de bacteriocinas (Mondragón Preciado, y otros, 2013).

Clasificación de las bacteriocinas

Las bacteriocinas han sido organizadas en cinco clases de acuerdo a diversos criterios de clasificación tales como: microorganismos productores, pesos moleculares, propiedades físicas, estructuras químicas, modo de acción y características genéticas y bioquímicas detallada en la tabla 1.

Tabla 1*Clasificación de las bacteriocinas*

Clasificación	Características	Subcategoría	Ejemplo
Clase I	<ul style="list-style-type: none"> Péptidos que contienen aminoácidos modificados. 	<ul style="list-style-type: none"> Tipo A (moléculas lineales). Tipo B (moléculas globulares) 	<ul style="list-style-type: none"> Nisina, subtilina, epidermina. Mersadicina.
Clase II	<ul style="list-style-type: none"> Clase heterogénea de péptidos termoestables pequeños. 	<ul style="list-style-type: none"> Subclase IIa (pediocina - antilisteria) Subclase IIb (compuesto de dos péptidos) Subclase IIc (otras bacteriocinas) 	<ul style="list-style-type: none"> Pediocina, enterocina, sakacina. Plantaricina, lacticina F. Lactococcina.
	<ul style="list-style-type: none"> Grupo de péptidos lineales. Degradación de proteínas grandes. 	<ul style="list-style-type: none"> Subclase II d Subclase II e 	<ul style="list-style-type: none"> Lacticina Q. Propionicina F.
Clase III	<ul style="list-style-type: none"> Péptidos grandes termolábiles 		<ul style="list-style-type: none"> Herveticina J, millericina B.
Clase IV	<ul style="list-style-type: none"> Péptidos cíclicos 		<ul style="list-style-type: none"> Reutericina 6.
Clase V	<ul style="list-style-type: none"> Péptidos de estructura circular 		<ul style="list-style-type: none"> Enterocina AS-48, gasicina A.

Fuente: (Heredia Castro, Hernández Mendoza, Gónzales Córdova, & Vallejo Cordoba, 2017).

Nisina

Esta bacteriocina es la única reconocida por la GRAS (*Generally Recognited as Safety*) y por la FDA (*Food and Drug Administration*) para usarse como conservante en alimentos.

La nisina es un es un antibiótico policíclico y peptídico que se emplea habitualmente como bioconservante producido por *Lactococcus lactis*. Se ha comprobado su eficacia frente a bacterias grampositivas, debido a que su efecto sobre ellas es el de bloquear sus membranas también se emplea frente a *Clostridium botulinum* y *Bacillus cereus* (Cano-Serna, Gómez Marín, Oviedo-Gallego, & Ríos Osorio, 2015).

Composición química y física de la Nisina

Tabla 2

Composición química y física de la nisina

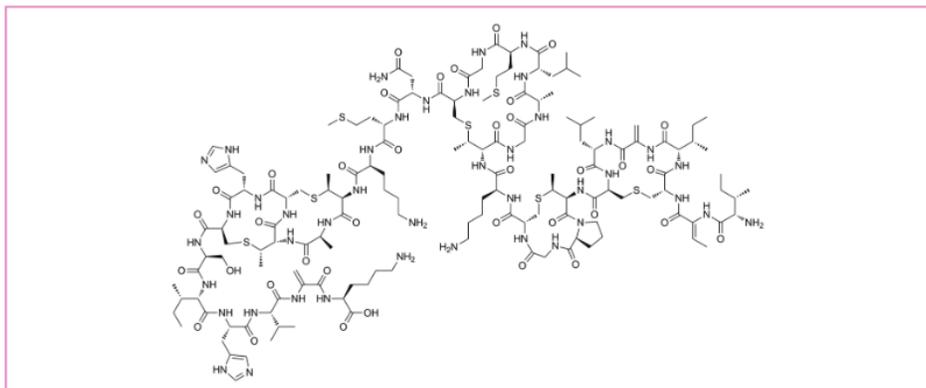
Nombre	Nisina
Fórmula	$C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$
Peso	3.354,07 g/mol
Número CAS	1414-45-5
Forma	Polvo
Color	Beige
Solubilidad	Soluble en agua
Fuente	<i>Lactococcus lactis</i>
Olor	Sin datos disponibles
Concentración	2.5% (saldo de NaCl)
Temp. de almacenamiento	2-8° C
pH	Sin datos disponibles

Fuente: (Merck kGaA, 2022)

Estructura Química de la Nisina

Figura 1

Estructura Química de la Nisina



Fuente: (Sánchez-Martín, y otros, 2019)

Propiedades Físico-Químicas de la Nisina

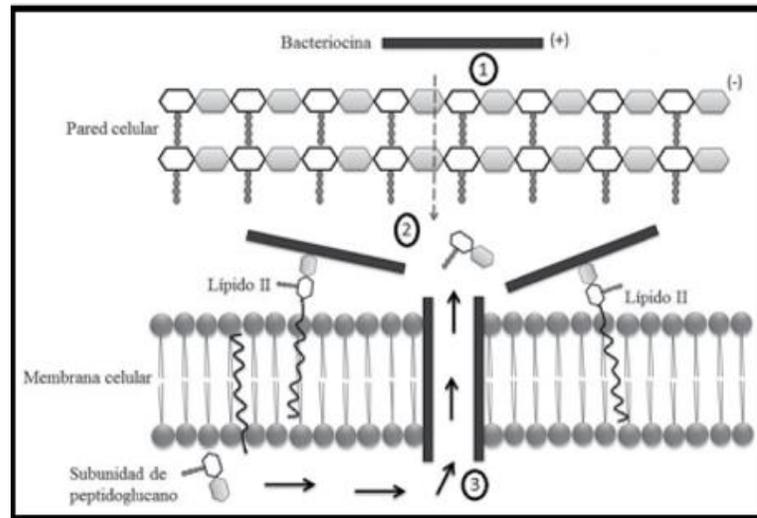
Las propiedades físico-químicas de la nisina la hacen resistente a los tratamientos térmicos y cambios de pH que toleran los alimentos durante su fabricación y almacenamiento, su pequeño tamaño le permite su difusión en sistemas semisólidos propios de la mayoría de alimentos (Agudelo, Torres, Alvarez, & Vélez, 2015).

Mecanismo microbiano

El mecanismo microbiano aceptado por la nisina se da por la despolarización de los componentes cargados de la pared celular, o interacciones hidrofóbicas lo que hace que la nisina alcance las membranas celulares donde puede unirse a un lípido II en la membrana celular, lo que da la formación de poros transmembrana acuosos y la fuga de componentes intracelulares; la nisina también puede causar la lisis de la pared celular de determinadas bacterias dentro de ellos se encuentran los *estafilococos* (Webber, y otros, 2021).

Figura 2

Mecanismo de acción dual de la nisina Lactococcus lactis



Fuente : (Mondragón Preciado, y otros, 2013)

Aplicaciones de nisina como bioconservante en alimentos

La nisina es la única admitida como conservante en los alimentos debido a la eficacia antibacteriana que posee y la nula toxicidad hacia los humanos. Los problemas que ocurren cuando la nisina se agrega de forma directa en los alimentos son principalmente la adsorción de grasas que conduce a la pérdida de actividad, la distribución heterogénea en la matriz alimentaria, inactivación por enzimas proteolíticas y la aparición de resistencia en cepas de bacterias que son sensibles. Para superar estos problemas la nisina se puede inmovilizar en matrices sólidas las cuales deben actuar como barreras de difusión y permitir controlar su velocidad de liberación; esta estrategia permite mantener una concentración de nisina apenas suficiente en la superficie de los alimentos (Gharsallaoui, Joly, Oulahal, & Pascal, 2016).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área de investigación

Ubicación política

País: Ecuador

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

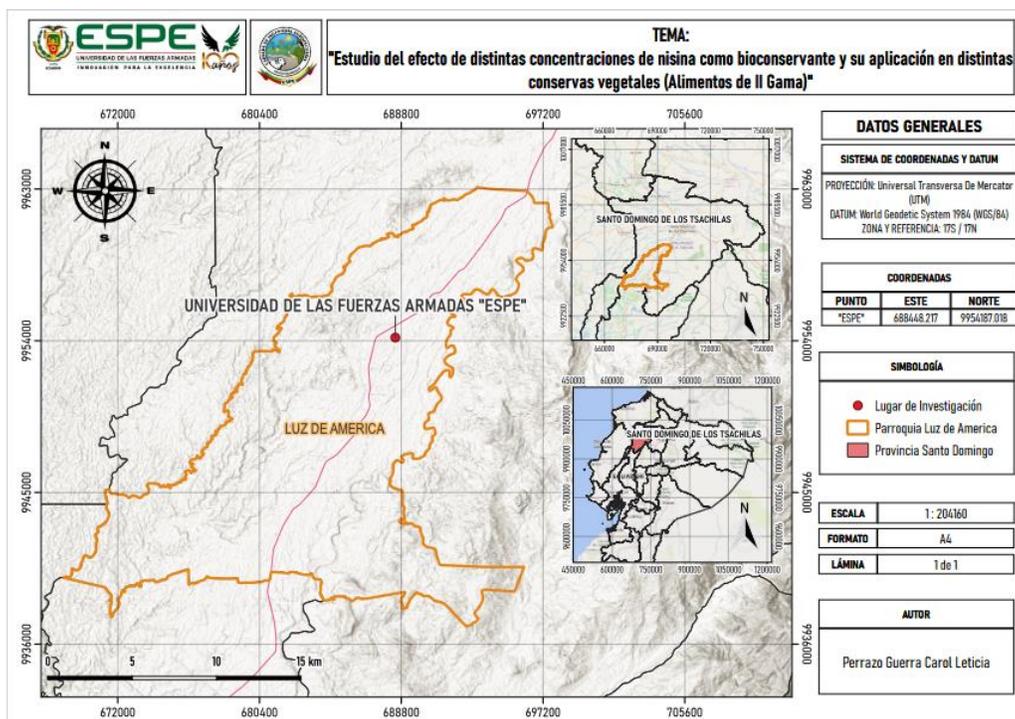
Parroquias: Luz de América

Ubicación geográfica

La investigación tuvo lugar en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, la que se encuentra ubicada en el Km 24 vía Santo Domingo – Quevedo en la parroquia Luz de América.

Figura 3

Área de investigación

**Ubicación Ecológica**

Zona de vida:	Bosque húmedo tropical
Altitud:	224msnm
Temperatura promedio:	24,6 ° C
Precipitación:	260mm/año
Humedad relativa:	85%
Heliofanía:	680 horas luz/año
Suelo:	Franco arenoso

Materiales

Adición de las distintas concentraciones de nisina a las conservas

Tabla 3

Recursos empleados para la aplicación de las distintas concentraciones de nisina las conservas vegetales

Equipos	Insumos	Materiales/Reactivos
Balanza analítica		Nisina a 2,5% marca Lactocomerce Conservas vegetales

Determinación pH

Tabla 4

Recursos utilizados para la determinación de pH en las muestras de conservas vegetales

Equipos	Insumos	Equipos
Potenciómetro	Vaso de precipitación Agitador orbital	Agua destilada

Determinación de Acidez Titulable

Tabla 5

Recursos empleados para la determinación de acidez titulable en las muestras de conservas vegetales.

Equipos	Insumos	Reactivos
Balanza analítica	Matraz Erlenmeyer	Hidróxido de Sodio
	Agitador orbital	(NaOH) 0.02 N
	Soporte universal	
	Bureta de 50 ml	
	Agitador magnético	

Determinación de ceniza

Tabla 6

Recursos empleados para la determinación de ceniza en muestras de conservas vegetales

Equipos	Insumos	Materiales
Balanza analítica	Crisol	Muestra de conservas
Mufla ajustada a 600°	Cocineta	vegetales
Desecador	Pinzas	

Determinación de Humedad

Tabla 7

Recursos empleados para la determinación de humedad en muestras de conservas vegetales

Equipos	Insumos	Materiales
Estufa ajustada a 60°	Cajas Petri	Muestra de conservas
Desecador	Guantes	vegetales
Balanza analítica		

Determinación de fibra

Tabla 8

Recursos empleados para la determinación de fibra en muestras de conservas vegetales

Equipos	Insumos	Materiales
Estufa	Probeta	Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)
Balanza analítica	Embudo	Hidróxido de Sodio
Equipo de fibra	Pipeta	(NaOH)
Mufla	Matras Erlenmeyer	Agua destilada
Bomba al vacío		Acetona
		Octanol

Determinación de presencia de microorganismos

Tabla 9

Recursos empleados para la determinación de presencia de microorganismos en muestras de conservas vegetales

Equipos	Insumos	Materiales
Cámara de flujo laminar	Vasos de precipitación	Agua peptonada
Autoclave	Micropipetas	Petrifilm para mohos y levaduras
Incubadora	Tubos de ensayo	Petrifilm para aerobios
Vórtex		

Métodos

Para el estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante en conservas vegetales se desarrollaron dos fases, la primera consistió en la elaboración de las conservas de forma artesanal y la segunda en el análisis de la muestra aplicada el bioconsevante en laboratorio.

Elaboración de conservas

Para la elaboración de las conservas se comenzó por seleccionar la fruta, realizando un lavado donde después se realizó un pelado y descorazonado para luego realizar el troceado. Posteriormente se realizó la preparación del líquido de gobierno de almíbar como de salmuera a 35° Brix /90°C, también se realizó la cocción de los trozos a 80-85 °C por cinco minutos; finalmente se realizó el llenado de los frascos pesando la cantidad de fruta y del líquido de gobierno para realizar el sellado y la esterilización a 95° C por 15 minutos para luego pasar al enfriamiento a agua a 40° C.

Tratamiento de las conservas con bioconservante (nisina)

Para la conservación de las conservas se agregaron varias concentraciones de nisina (100, 200, 300 ppm) siguiendo la tabla 10.

Tabla 10

Datos para tratamiento de conservas vegetales con el bioconservante

Concentración de nisina ppm	Volumen del líquido de gobierno empleado	Masa de soluto de nisina
100 ppm	1 L	0,1 g
200 ppm	1 L	0,2 g
300 ppm	1 L	0,3 g

Diseño experimental

Factores de experimento

Tabla 11

Factores y niveles a probar en el estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante en diferentes conservas

Factores	Niveles
Tipo de fruta (A)	a0: mango a1: piña a2: pepino
Concentraciones de nisina (B)	b0: 100 ppm b1: 200 ppm

	b2: 300 ppm
Operación (C)	c0: sin esterilizar c1: esterilizada

Tratamiento a comparar

Tabla 12

Tratamientos a comparar en el estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante de conservas vegetales

N° Tratamientos	Tratamiento (interacciones)	Descripción
T1	a0b0c0	Mango + 100 ppm + sin esterilizar
T2	a1b0c0	Piña + 100 ppm + sin esterilizar
T3	a2b0c0	Pepino + 100 ppm + sin esterilizar
T4	a0b1c0	Mango + 200 ppm + sin esterilizar
T5	a1b1c0	Piña + 200 ppm + sin esterilizar
T6	a2b1c0	Pepino + 200 ppm + sin esterilizar
T7	a0b2c0	Mango + 300 ppm + sin esterilizar
T8	a1b2c0	Piña + 300 ppm + sin esterilizar
T9	a2b2c0	Pepino + 300 ppm + sin esterilizar
T10	a0b0c1	Mango + 100 ppm + esterilizado
T11	a1b0c1	Piña + 100 ppm + esterilizado

T12	a2b0c1	Pepino + 100 ppm + esterilizado
T13	a0b1c1	Mango + 200 ppm + esterilizado
T14	a1b1c1	Piña + 200 ppm + esterilizado
T15	a2b1c1	Pepino + 200 ppm + esterilizado
T16	a0b2c1	Mango + 300 ppm + esterilizado
T17	a1b2c1	Piña + 300 ppm + esterilizado
T18	a2b2c1	Pepino + 300 ppm + esterilizado

Tipo de diseño

Se empleo un modelo ANOVA trifactorial (3x3x2) con un diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A) donde A corresponde a Tipo de fruta empleado, B a las concentraciones de nisina aplicada, C a la operación realizada en las conservas, en cada tratamiento se realizó 3 repeticiones.

Repeticiones

Los 18 tratamientos incluyeron 3 repeticiones por cada tratamiento dando un total de 54 unidades experimentales.

Características de las unidades experimentales

Para la presente investigación un modelo factorial donde se emplearon 18 tratamientos con tres replicas cada uno, donde 3 son el tipo de fruta, existen 3 concentraciones de nisina de (100, 200, 300 ppm) y dos operaciones unitarias.

Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza

Tabla 13

Esquema del análisis de varianza del estudio del efecto de distintas concentraciones de nisina como bioconservante en conservas vegetales

Fuentes de Variación		Grados de Libertad
Tipo de fruta (A)	a-1	1
Concentración (B)	b-1	1
Operación (C)	c-1	2
AxB	(a-1)(b-1)	1
AxC	(a-1)(c-1)	2
BxC	(b-1)(c-1)	2
AxBxC	(a-1)(b-1)(c-1)	2
Bloque	r-1	2
Error experimental	$(a*b*c*r-1)-(a-1)-(b-1)-(c-1)-((a-1)(b-1))-((a-1)(c-1))-((b-1)(c-1))-((a-1)(b-1)*(c-1))-(r-1)$	22
Total		35

Análisis funcional

Para aquellas variables con análisis de varianza significativos, se aplicó la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Manejo específico del Experimento

Variables evaluadas

pH

El procedimiento se realizó tomando en cuenta la norma INEN 389 (INEN, 1985)

- Calibrar el potenciómetro con los buffers de pH 4 y pH 7.
- Color en el vaso de precipitación 10 gr de la muestra de cada conserva.
- Anadir 100 ml de agua destilada y agitar suavemente.
- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro para la lectura.

Acidez titulable

El procedimiento se realizó tomando en cuenta la norma INEN 381 (INEN, 1985)

- Pesar 25 gr de la muestra
- Colocar 25 cm³ del líquido de la muestra en un matraz volumétrico de 250 cm³ y diluir el volumen con agua destilada, mezclando homogéneamente la solución.
- Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro.
- Colocar la muestra preparada en un matraz volumétrico de 25 cm³ y sumergir los electrodos en la muestra
- Añadir 0,1 N de hidróxido de sodio en gotas en lentamente registrando el volumen de las misma y el pH obtenido, hasta llegar al pH de 8,10.
- Determina la acidez titulable por el siguiente cálculo.

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2}$$

Donde:

A= g de ácido en 1000 cm³ del producto.

V₁= cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N_1 = normalidad de la solución NaOH.

M = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V_2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis de 8,10.

Ceniza

- Lavar cuidadosamente y secar el crisol de porcelana en la estufa a 100°C durante 30 minutos.
- Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximadamente al 0,1 mg.
- Sobre el crisol pesar con aproximación de 0,1 mg, aproximadamente 2 g de muestra de las conservas.
- Introducir el crisol a la mufla a $600^\circ \pm 2^\circ$ C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón.
- Sacar el crisol de la mufla y dejar enfriar en el desecador, finalmente pesar con aproximación de 0,1 mg.
- Determinación de la ceniza por el siguiente cálculo.

$$C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Donde:

W_0 = Peso de la muestra (gr)

W_1 = Peso de crisol vacío.

W_2 = Peso del crisol más la muestra calcinada.

Fibra

1. Preparación de la muestra

- Moler la muestra en un mortero.
- Introducir la muestra molida en los crisoles y colocarlos en la gradilla porta crisoles, la cual se puede fijar en la parte frontal del equipo, mediante el asa de crisoles recoger los

crisoles e introducirlos en la unidad principal frente a las resistencias; luego se debe bajar la palanca de fijación y reflectora.

- Ubicar los mandos de las válvulas en "OFF".
- Abrir el grifo de la entrada de agua refrigerante con caudal de 1 a 2 litros/minutos.
- Activar el intercepto principal (Power), donde el piloto ámbar se iluminará

2. Proceso de extracción caliente

- Alzar la tapa la tapa superior y añadir el reactivo en cada una de las columnas, la cantidad de reactivo se determina por la escala que se haya en cada una de las columnas.
- Girar el potenciómetro de ajuste en sentido horario al 80 - 90%.
- Agregar cinco gotas de octanol en cada columna.
- Cuando el reactivo comience a hervir se debe disminuir la potencial de calor girando al sentido antihorario hasta el 20 – 30%.
- Mientras se extrae el líquido de cada una de las columnas se puede calentar el agua destilada.
- Una vez terminada la extracción apagar el interruptor del calefactor.
Abrir el grifo de la manguera de agua, donde se debe ubicar las válvulas en "aspirar" una vez finalizada la filtración cerrar las válvulas.
- Lavar la muestra con agua destilada caliente, el agua se introduce en la abertura de la parte superior, se debe ubicar las válvulas en "aspirar" para dejar la muestra seca.
- Al momento de retirar los crisoles se utiliza el asa porta-crisoles.

3. Procedimiento

- Pesar con precisión 0,1 mg, 2 gr de la muestra en el crisol poroso, la cantidad de muestra es W_0 .
- Introducir las muestras en el Dosi-Fiber.

4. Hidrólisis ácida en agua caliente

- Asegurar que las válvulas estén cerradas.
- Agregar 100 ml de H₂SO₄ en cada columna y también añadir gotas de octanol.
- Esperar que caliente, luego se debe disminuir hasta el 30% y esperar que hierva durante el tiempo de extracción.
- Para la calefacción abrir el circuito de vacío y los mandos de las válvulas ponerlos en “absorción”, lavar con agua destilada repetir este procedimiento dos veces.

5. Hidrólisis básica en caliente

- Repetir los pasos 3 y 4 esta vez utilizando NOH.

6. Extracción en frío con acetona

- Agregar 10 ml en cada crisol y dejar reposar por 10 minutos.
- Preparar el “kitasatos” con las trompas al vacío, colocar los crisoles en el “kitasatos” y agregar agua destilada a la vez que el circuito de vacío está absorbiendo. Repetir tres veces este proceso.
- Colocar las muestras a secar a 150° C por una hora.
- Dejar enfriar en el desecador.
- Pesar con una precisión de 0,1 mg. La cantidad pesada es W₁.
- Colocar los crisoles en la mufla a 500°C durante tres horas, para que las muestras se incineren.
- Dejar enfriar en el desecador.
- Finalmente pesar los crisoles con una precisión de 0,1mg. La cantidad pesada es W₂.

$$\% \text{ de fibra bruta} = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100$$

Donde:

W₀= cantidad de la muestra.

W₁= peso del crisol + muestra seca.

W_2 = peso del crisol + muestra calcinada.

Humedad

Esta técnica se realizó con la norma INEN INEN518

- Calentar el pesafiltro durante 30 minutos en la estufa a $130 \pm 3^\circ \text{C}$; luego se dejó enfriar en el desecador y se pesó
- Pesar 25 g de la muestra, ubicarla en el pesafiltro y esparcirla uniformemente.
- Calentar el pesafiltro con el contenido durante una hora en la estufa a $130 \pm 3^\circ \text{C}$.
- Secar el pesafiltro y transferirlo a desecador, luego de secado pesar.
- Para determinar la humedad se calcula mediante esta fórmula.

$$Pc = \frac{m2 - m3}{m2 - m1} * 100$$

Donde

Pc = pérdida de calentamiento, en porcentaje de masa.

$m1$ = masa del pesafiltro con tapa, en g.

$m2$ = masa del pesafiltro y tapa con la muestra sin secar, en g.

$m3$ = masa del pesafiltro y tapa con la muestra seca, en g.

Recuento de UFC (Ensayo para aerobios mesófilos, para Mohos – levaduras y Enterobacteriaceae)

Preparación de la muestra

- Se preparó una solución con peptona al 5%, se agregó 9ml de la solución en cada tubo de ensayo que fue empleado en la investigación.
- Se realizó diluciones de $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8}, 10^{-9}$, con ml de la misma muestra.

- Se realizó vortex a cada tubo de ensayo con solución de peptona y la muestra de conserva incluida.

Procedimiento

- En condiciones asépticas se colocó 1 ml de la muestra obtenida en Petrifilm para hongos y levaduras, aerobios y enterobacterias.
- Luego se guardaron los Petrifilm de aerobios y enterobacterias durante 48 horas a una temperatura de 48° C y para hongos y levaduras se incubó a 72 horas a temperatura ambiente.
- El número de microorganismo se calculó mediante la siguiente fórmula

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{n * f}{v}$$

Donde

n = número de colonia por placa.

f = factor de dilución

v = volumen inoculado en la placa

Capítulo IV

Resultados

Análisis de varianza para la variable pH

Tabla 14

Análisis de varianza para el pH

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Tipo de fruta (A)	3.9113	2	1.9556	535.8	0.000000
C nisina (B)	0.0247	2	0.0124	3.4	0.045498
OU aplicado (C)	0.1547	1	0.1547	42.4	0.000000
I AXB	0.1899	4	0.0475	13.0	0.000002
I AXC	0.6858	2	0.3429	93.9	0.000000
I BXC	0.0182	2	0.0091	2.5	0.097076
I AXBXC	0.0838	4	0.0210	5.7	0.001215
Replicas	0.0025	2	0.0013	0.3	0.712077
Error	0.1241	34	0.0036		

En la tabla 14 se puede evidenciar respecto a tipo de fruta (FA), concentración de nisina(FB), diferencia significativa, en la operación unitaria(FC) existe diferencia significativa, respecto a las interacciones AXB, AXC, se pudo observar diferencia significativa, respecto a la interacción BXC no existe diferencia significativa, AXBXC existe diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable Acidez Titulable

Tabla 15

Análisis de varianza de acidez

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Tipo de fruta (A)	0.000001	2	0.000000	216.900	0.000000
C nisina (B)	0.000000	2	0.000000	6.757	0.003382
OU aplicado (C)	0.000000	1	0.000000	3.454	0.071792
I AXB	0.000001	4	0.000000	63.461	0.000000
I AXC	0.000000	2	0.000000	104.337	0.000000
I BXC	0.000000	2	0.000000	2.467	0.099877
I AXBXC	0.000000	4	0.000000	2.177	0.092609
Replicas	0.000000	2	0.000000	2.448	0.101525
Error	0.000000	34	0.000000		

En la tabla 15 se puede observar respecto al tipo de fruta (FA), concentración de nisina (FB) diferencia significativa, mientras que en operación unitaria (FC) no existe diferencia significativa, en interacciones AXB, AXC se observó diferencia significativa, en interacción AXB no existe diferencia significativa, respecto a interacción AXBXC no se observa diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable ceniza

Tabla 16

Análisis de varianza de ceniza

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Tipo de fruta (A)	3034.544	2	1517.272	4042.389	0.000000
C nisina (B)	95.558	2	47.779	127.295	0.000000
OU aplicado (C)	0.844	1	0.844	2.248	0.143020
I AXB	108.782	4	27.196	72.456	0.000000
I AXC	3.937	2	1.969	5.245	0.010342
I BXC	9.174	2	4.587	12.220	0.000100
I AXBXC	8.847	4	2.212	5.893	0.001029
Replicas	0.697	2	0.348	0.928	0.405061
Error	12.762	34	0.375		

En la tabla 16 se puede observar respecto al tipo de fruta (FA), concentraciones de nisina (FB) diferencia significativa, mientras que para operación unitaria (FC) no existe diferencia significativa, respecto a interacciones AXB, AXC, BXC existió diferencia significativa, en la interacción AXBXC se observó una diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable humedad

Tabla 17

Análisis de varianza de humedad

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Tipo de fruta (A)	3246.3	2	1623.1	182.63	0.000000
C nisina (B)	45.9	2	23.0	2.58	0.090309
OU aplicado (C)	38.6	1	38.6	4.34	0.044850
I AXB	59.9	4	15.0	1.69	0.175959
I AXC	101.6	2	50.8	5.71	0.007254
I BXC	6.3	2	3.2	0.36	0.703452
I AXBXC	27.7	4	6.9	0.78	0.545857
Replicas	35.9	2	17.9	2.02	0.148447
Error	302.2	34	8.9		

En la tabla 17 se puede observar respecto al tipo de fruta (FA) diferencia significativa, concentración de nisina (FB) no existió diferencia significativa, respecto a operación unitaria (FC) existió diferencia significativa, en interacciones AXB, BXC no existió una diferencia significativa, en interacción AXC se obtuvo diferencia significativa, respecto a la interacción AXBXC no presento diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable fibra

Tabla 18

Análisis de varianza fibra

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Tipo de fruta (A)	105.0301	2	52.5150	100.331	0.000000
C nisina (B)	1.6759	2	0.8380	1.601	0.216541
OU aplicado (C)	0.2963	1	0.2963	0.566	0.457000
I AXB	5.4560	4	1.3640	2.606	0.052928
I AXC	3.9190	2	1.9595	3.744	0.033931
I BXC	8.8981	2	4.4491	8.500	0.001015
I AXBXC	6.5949	4	1.6487	3.150	0.026336
Replicas	0.4537	2	0.2269	0.433	0.651831
Error	17.7963	34	0.5234		

En la tabla 18 se puede evidenciar respecto al tipo de fruta (FA) diferencia significativa, mientras que en concentración de nisina (FB), operación unitaria (FC) no existe diferencia, respecto a interacción AXB no existe diferencia significativa, interacción AXC, BXC existe diferencia significativa, interacción BXC se observó que existe diferencia.

Análisis de varianza Tukey Factor A

Tabla 19

Análisis de varianza Tukey Factor A

	pH	Acidez	Cenizas
MANGO	3.40 a	0.000664 c	1.417 b
PIÑA	3.89 b	0.000437 b	0.667 a
PEPINO	4.02 c	0.000353 a	16.931 c
	Humedad	Fibra	
MANGO	81.95 a	2.625 a	
PIÑA	83.61 a	2.389 a	
PEPINO	99.16 b	5.458 b	

En la tabla 19 al momento de analizar el pH al tener diferencia significativa se observó que la conserva de pepino fue la que proporciono mayor pH, mientras que el mango presento valores más bajos, respecto a la acidez la conservas: mango obtuvo acidez titulable mayor y pepino los valores más bajos, en cenizas la conserva de pepino presento valores altos con relación a la piña, con respecto humedad la conserva de pepino presento valores superiores a las conservas de mango y piña. Mientras que en contenido de fibra total se observó que la conserva de pepino presento valores superiores y las conservas de mango y piña valores menores.

Análisis de varianza Tukey Factor B

Tabla 20

Análisis de varianza Tukey Factor B

	pH	Acidez	Cenizas
100 PPM	3.79 b	0.000489 ab	4.569 a
200 PPM	3.74 a	0.000455 a	6.667 b
300 PPM	3.78 b	0.000511 b	7.778 c
	Humedad	Fibra	
100 PPM	89.47 a	3.667 a	
200 PPM	87.25 a	3.250 a	
300 PPM	87.99 a	3.556 a	

En la tabla 20 al momento de analizar el pH se pudo observar que las concentraciones de 100 ppm y 300 ppm fueron las que proporcionaron valores mayores a diferencia de concentración 200 ppm, respecto a la acidez titulable la concentración de 300 ppm obtuvo mayor valor a diferencia de las concentraciones de 100 y 200 ppm, en cenizas la concentración de 300 ppm presento valor superior con relación a las concentraciones de 100 y 200 ppm, con respecto a humedad y fibra total no existió diferencia.

Análisis de varianza Tukey Factor C

Tabla 21

Análisis de varianza Tukey Factor C

	pH	Acidez	Cenizas
Sin esterilizar	3.72 a	0.000497 a	6.463 a
Esterilizado	3.82 b	0.000473 a	6.213 a
	Humedad	Fibra	
Sin esterilizar	87.39 a	3.565 a	
Esterilizado	89.08 b	3.417 a	

En la tabla 21 al analizar los diferentes procesos de operación se pudo observar que respecto al pH el proceso esterilizado fue el que tuvo mayor valor a diferencia del proceso sin esterilizar, respecto acidez titulable los dos procesos no existió diferencia, esto también se observó en cenizas, respecto a humedad el proceso estéril fue el que obtuvo mayor valor a diferencia del proceso sin esterilizar, en fibra total en los procesos no existió diferencia.

Análisis de varianza Tukey Factor AB

Tabla 22

Análisis de varianza Tukey Factor AB

	pH	Acidez	Cenizas
MANGO*100 PPM	3.32 a	0.000831 d	0.500 a
MANGO*200 PPM	3.41 ab	0.000598 c	1.083 a
MANGO*300 PPM	3.46 b	0.000564 c	2.667 b
PIÑA*100 PPM	4.01 d	0.000290 a	0.750 a
PIÑA*200 PPM	3.81 c	0.000407 b	0.625 a
PIÑA*300 PPM	3.84 c	0.000613 c	0.625 a
PEPINO*100 PPM	4.03 d	0.000346 ab	12.458 c
PEPINO*200 PPM	4.00 d	0.000359 ab	18.292 d
PEPINO*300 PPM	4.04 d	0.000355 ab	20.042 c
	Humedad	Fibra	
MANGO*100 PPM	84.02 a	3.375 a	
MANGO*200 PPM	80.74 a	2.000 a	
MANGO*300 PPM	81.08 a	2.500 a	
PIÑA*100 PPM	84.58 a	2.375 a	
PIÑA*200 PPM	81.22 a	2.125 a	
PIÑA*300 PPM	85.02 a	2.667 a	
PEPINO*100 PPM	99.81 a	5.250 a	
PEPINO*200 PPM	99.80 a	5.625 a	
PEPINO*300 PPM	97.88 a	5.500 a	

En la tabla 22 al analizar el pH se observó que las conservas de piña 100 ppm, pepino 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm obtuvieron valores mayores a diferencia de mango 100, en acidez titulable la conserva de mango 100 ppm obtuvo mayor valor a diferencia piña 100 ppm, en cenizas pepino 200 ppm obtuvo el mayor valor con respecto a mango 100 y 200 ppm, piña 100,

200 y 300 ppm, en humedad todas las conservas y diferentes concentraciones no existió diferencia lo mismo ocurrió en fibra total.

Análisis de varianza Tukey Factor AC

Tabla 23

Análisis de varianza de Tukey Factor AC

	pH	Acidez	Cenizas
MANGO*S ESTERILIZAR	3.45 b	0.000566 a	1.917 b
MANGO*ESTERILADO	3.34 a	0.000763 a	0.917 a
PIÑA*S ESTERILIZAR	3.68 c	0.000562 a	0.667 a
PIÑA*ESTERILADO	4.10 d	0.000312 a	0.667 a
PEPINO*S ESTERILIZAR	4.01 d	0.000362 a	16.806 c
PEPINO*ESTERILADO	4.03 d	0.000345 a	17.056 c
	Humedad	Fibra	
MANGO*S ESTERILIZAR	82.68 ab	2.917 a	
MANGO*ESTERILADO	81.22 a	2.333 a	
PIÑA*S ESTERILIZAR	80.99 a	2.083 a	
PIÑA*ESTERILADO	86.22 b	2.694 a	
PEPINO*S ESTERILIZAR	98.51 c	5.694 b	
PEPINO*ESTERILADO	99.81 c	5.222 b	

En la tabla 23 al analizar el pH respecto al tipo de conserva y operación realizada se obtuvo que piña esterilizada, pepino sin esterilizar y pepino estéril obtuvieron mayor valores con respecto a mango esterilizado, en acidez todas las conservas y procesos no se observó diferencia, respecto a cenizas mango sin esterilizar obtuvo la mayor valor a diferencia de mango esterilizado, piña sin esterilizar, piña esterilizada, en humedad en el caso de piña esterilizada obtuvo mayor valor mientras que mango esterilizado y piña sin esterilizar obtuvieron valores menores, en fibra total pepino sin esterilizar y esterilizado obtuvieron valores mayor a diferencia de mango sin esterilizar y esterilizado.

Análisis de varianza Tukey Factor BC

Tabla 24

Análisis de varianza de Tukey Factor BC

	pH	Acidez	Cenizas
100PPM*SIN ESTERILIZAR	3.45 a	0.000493 ab	4.139 a
100PPM*ESTERILIZADO	3.34 a	0.000485 ab	5.000 a
200PPM*SIN ESTERILIZAR	3.68 a	0.000455 a	7.222 c
200PPM*ESTERILIZADO	4.10 a	0.000454 a	6.111 b
300PPM*SIN ESTERILIZAR	4.01 a	0.000542 ab	8.028 c
300PPM* ESTERILIZADO	4.03 a	0.000479 b	7.528 c
	Humedad	Fibra	
100PPM*SIN ESTERILIZAR	89.01 a	4.167 b	
100PPM*ESTERILIZADO	89.93 a	3.167 ab	
200PPM*SIN ESTERILIZAR	86.47 a	3.444 ab	
200PPM*ESTERILIZADO	88.04 a	3.056 a	
300PPM*SIN ESTERILIZAR	86.70 a	3.083 a	
300PPM* ESTERILIZADO	89.28 a	4.028 ab	

En la tabla 24 se pudo analizar las concentraciones de nisina y el proceso de operación de las conservas respecto al pH en todos no hubo diferencia, en acidez en 300ppm esterilizado obtuvo mayor valor a diferencia de 200 ppm sin esterilizar y esterilizado, en ceniza 200ppm esterilizado obtuvo mayor valor mientras que 100ppm sin esterilizar y esterilizado obtuvieron menores valores, en humedad no mostraron diferencia, en fibra total 100 ppm sin esterilizar presento mayor valor respecto a 200 ppm esterilizado y 300 ppm sin esterilizar.

Análisis de varianza Tukey Factor ABC

Tabla 25

Análisis de varianza de Tukey Factor ABC

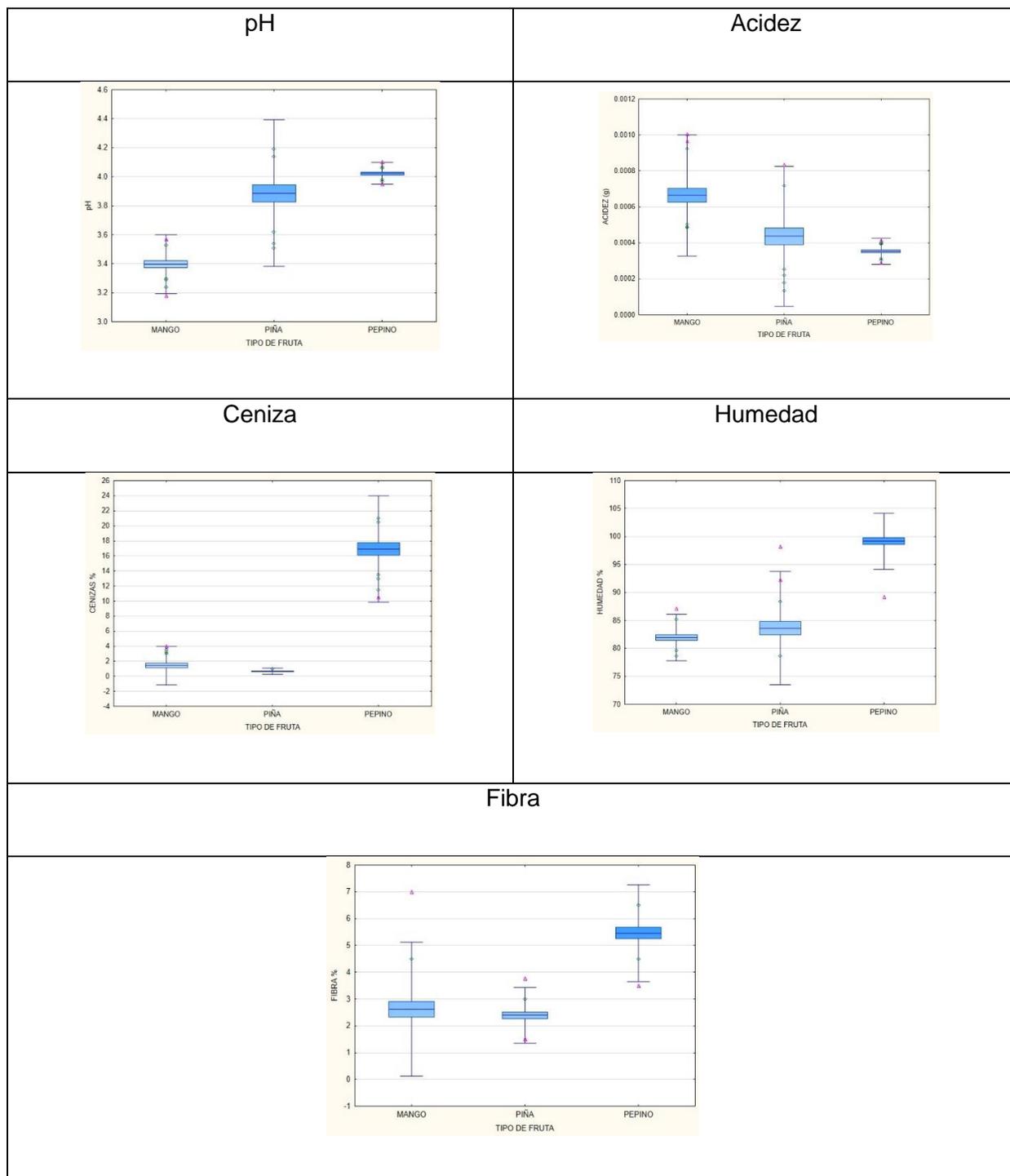
	pH	Acidez	Cenizas
MANGO*100PPM*S ESTERILIZAR	3.39 ab	0.000698 a	0.500 a
MANGO*100PPM* ESTERILIZADO	3.24 a	0.000964 a	0.500 a
MANGO*200PPM* S ESTERILIZAR	3.44 bc	0.000487 a	1.667 a
MANGO*200PPM* ESTERILIZADO	3.38 ab	0.000708 a	0.500 a
MANGO*300PPM* S ESTERILIZAR	3.53 bc	0.000513 a	3.583 b
MANGO*300PPM* ESTERILIZADO	3.40 ab	0.000616 a	1.750 ab
PIÑA*100PPM*S ESTERILIZAR	3.88 d	0.000402 a	0.750 a
PIÑA*100PPM* ESTERILIZADO	4.14 e	0.000178 a	0.750 a
PIÑA*200PPM* S ESTERILIZAR	3.62 c	0.000526 a	0.750 a
PIÑA*200PPM* ESTERILIZADO	4.01de	0.000288 a	0.500 a
PIÑA*300PPM* S ESTERILIZAR	3.54 bc	0.000757 a	0.500 a
PIÑA*300PPM* ESTERILIZADO	4.14 e	0.000470 a	0.750 a
PEPINO*100PPM*S ESTERILIZAR	4.00 de	0.000377 a	11.167 c
PEPINO*100PPM* ESTERILIZADO	4.07 e	0.000314 a	13.750 d
PEPINO*200PPM* S ESTERILIZAR	4.00 de	0.000350 a	19.250 f
PEPINO*200PPM* ESTERILIZADO	3.99 de	0.000367 a	17.333 e
PEPINO*300PPM* S ESTERILIZAR	4.05 de	0.000358 a	20.000 f
PEPINO*300PPM* ESTERILIZADO	4.03 de	0.000353 a	20.083 f
	Humedad	Fibra	
MANGO*100PPM*S ESTERILIZAR	85.24 a	4.500 bc	
MANGO*100PPM* ESTERILIZADO	82.81 a	2.250 a	
MANGO*200PPM* S ESTERILIZAR	80.28 a	2.000 a	
MANGO*200PPM* ESTERILIZADO	81.21 a	2.000 a	
MANGO*300PPM* S ESTERILIZAR	82.51 a	2.250 a	
MANGO*300PPM* ESTERILIZADO	79.64 a	2.750 ab	
PIÑA*100PPM*S ESTERILIZAR	82.02 a	2.000 a	
PIÑA*100PPM* ESTERILIZADO	87.14 a	2.750 ab	

PIÑA*200PPM* S ESTERILIZAR	79.34 a	2.000 a
PIÑA*200PPM* ESTERILIZADO	83.10 a	2.250 a
PIÑA*300PPM* S ESTERILIZAR	81.62 a	2.250 a
PIÑA*300PPM* ESTERILIZADO	88.42 a	3.083 ab
PEPINO*100PPM*S ESTERILIZAR	99.78 a	6.000 c
PEPINO*100PPM* ESTERILIZADO	99.84 a	4.500 bc
PEPINO*200PPM* S ESTERILIZAR	99.78 a	6.333 c
PEPINO*200PPM* ESTERILIZADO	99.82 a	4.917 bc
PEPINO*300PPM* S ESTERILIZAR	95.97 a	4.750 bc
PEPINO*300PPM* ESTERILIZADO	99.78 a	6.250 c

En la tabla 25 al realizar el análisis de cada tipo de conserva con su concentración de nisina y su proceso de operación respecto al pH se obtuvo que las conservas de piña 100 ppm esterilizada, piña 300 ppm estéril y pepino 100 ppm esterilizada obtuvieron mayores valores a diferencia de mango 100 ppm esterilizada, respecto a acidez no existió diferencia, en ceniza las conservas de pepino 200 ppm sin esterilizar y 300 ppm sin esterilizar y esterilizada presentaron mayor valor a diferencia de las conservas de mango 100 y 200 ppm sin esterilizar y esterilizada, piña 100, 200, 300 sin esterilizar y esterilizada, sobre humedad se observó que todos obtuvieron m, en fibra las conservas de pepino 100 ppm sin esterilizar, 200 ppm sin esterilizar, 300 ppm esterilizado presentaron mayor valores a diferencia de conservas de mango 100 ppm sin esterilizar, 200 ppm sin esterilizar y 300 ppm sin esterilizar, 300 ppm esterilizado, 100 ppm esterilizada, en conservas de piña 100 ppm sin esterilizar, 200 ppm sin esterilizar y esterilizada, 300 ppm sin esterilizar.

Figura 4

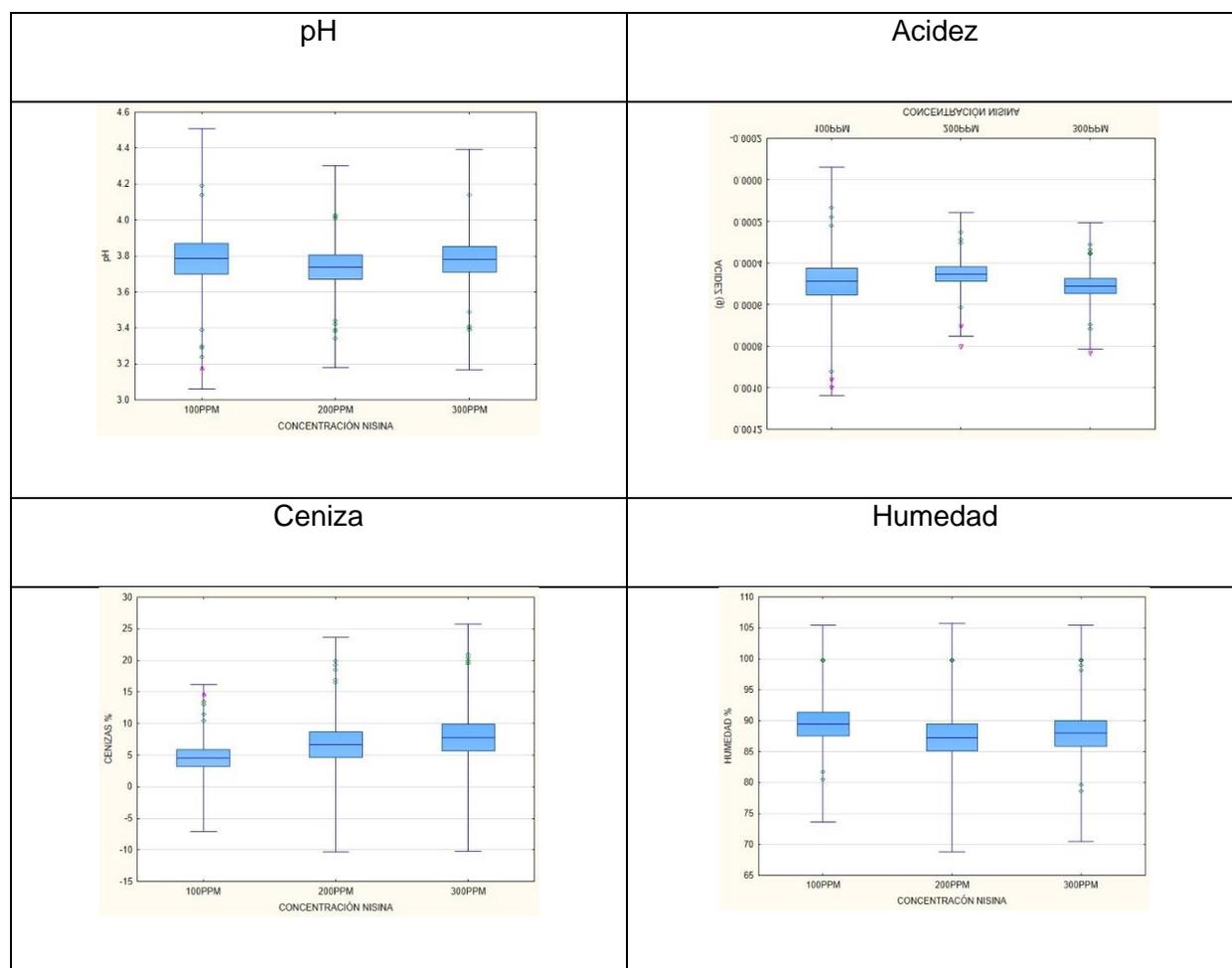
Factor A (Tipo de fruta)

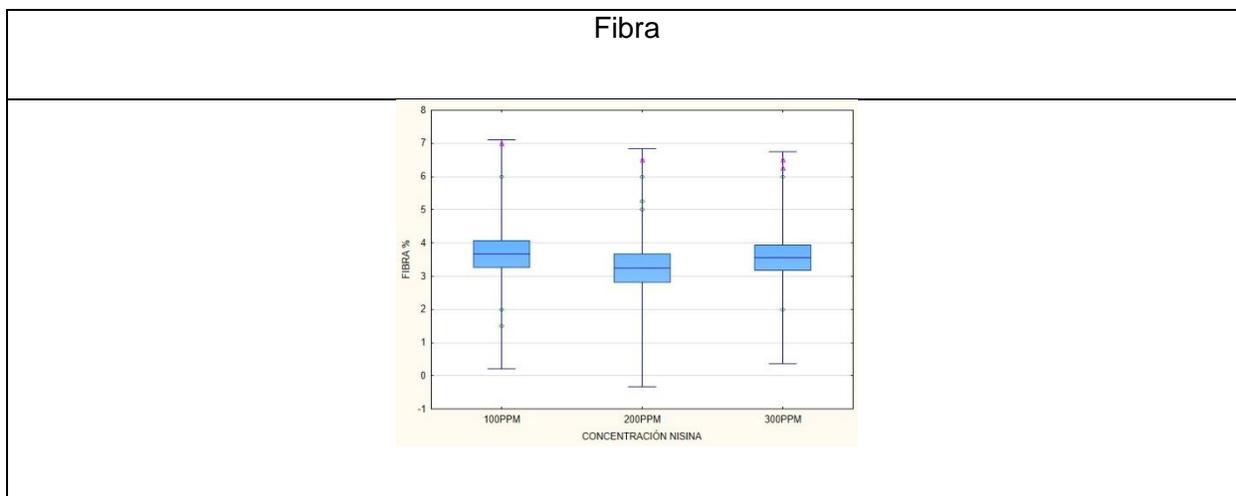


De acuerdo a la figura 4, en pH nos indica que la conserva de pepino tiene un valor de 4,02 siendo mayor entre las conservas de mango y piña. En Acidez Titulable nos indica que la conserva de mango posee un valor de 0.000664 (g/1000 mL), piña 0.000437 (g/1000 mL) y pepino 0.000353 0.000437 (g/1000 mL). Ceniza nos indica que la conserva de mango posee un valor de 1.41% , piña 0.66% y pepino 16.93%. Humedad nos indica que posee la conserva de mango posee un valor de 81%, piña 83% y pepino 99%. Fibra nos indica que la conserva de mango posee un valor de 2,62%, piña 2,38 % y pepino 5,45%.

Figura 5

Factor B (Concentraciones de nisina)

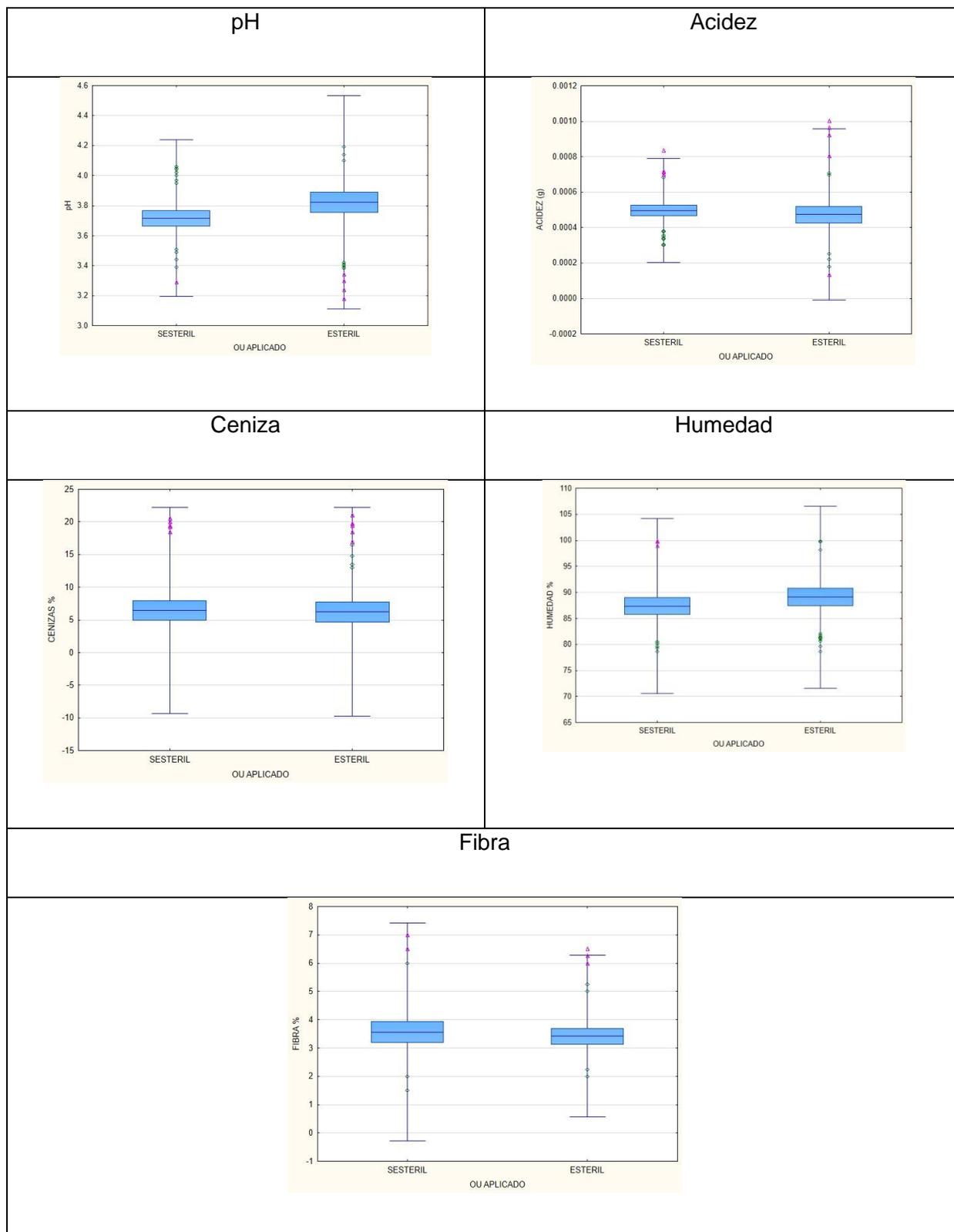




De acuerdo a la figura 5, el pH nos indica que la concentración de nisina 100 ppm posee un pH de 3,79, 200 ppm 3,74, 300 ppm 3,78. Acidez titulable nos indica que la concentración de nisina 100ppm posee un valor de 0.000489 (g/1000 mL), 200 ppm 0.000455 (g/1000 mL), 300 ppm 0.000511 (g/1000 mL). Ceniza nos indica que la concentración de nisina 100 ppm posee un valor de 4.56%, 200 ppm 6,66%, 300 ppm 7,77%. Humedad nos indica que la concentración de nisina 100 ppm posee un valor de 4,56%, 200 ppm 6,66%, 300 ppm 7,77%. Fibra nos indica que la concentración de nisina 100 ppm posee un valor de 3,66%, 200 ppm 3,25% y 300 ppm 3,55%.

Figura 6

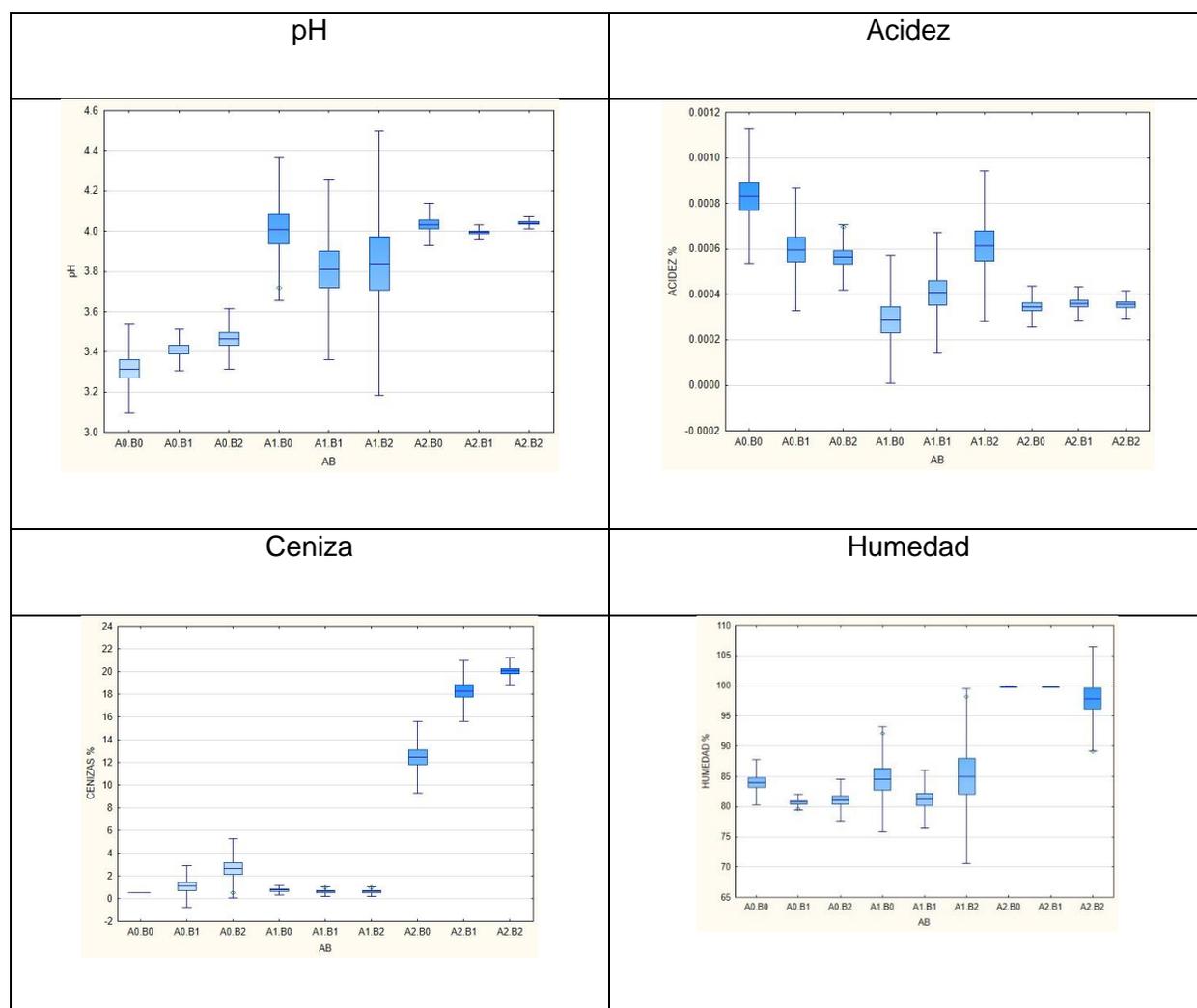
Factor C (Operación)

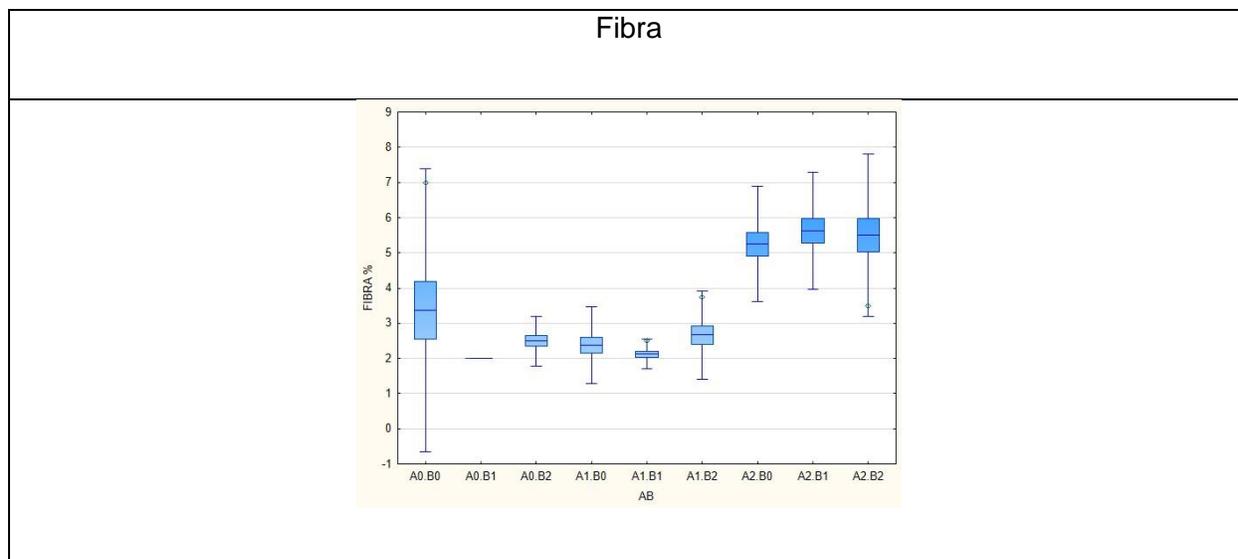


De acuerdo a la figura 6, el pH nos indica que la operación esterilizada posee un valor de 3,82 mientras que sin esterilizar 3,72. Acidez Titulable nos indica que la operación sin esterilizar posee un valor mayor de 0.000497 (g/1000 mL), y la operación esterilizada posee un valor de 0.000473 (g/1000 mL). Ceniza nos indica que la operación sin esterilizar posee un valor de 6,46% mientras que esterilizada pose un valor de 6,21%. Humedad nos indica que la operación esterilizada posee un valor del 89,08% mientras que la operación sin esterilizar posee un valor de 87,39%. Fibra nos india que la operación sin esterilizar posee un valor de 3,56% y esterilizada un valor de 3,41%.

Figura 7

Interacción A*B (Tipo de Fruta*Concentración)

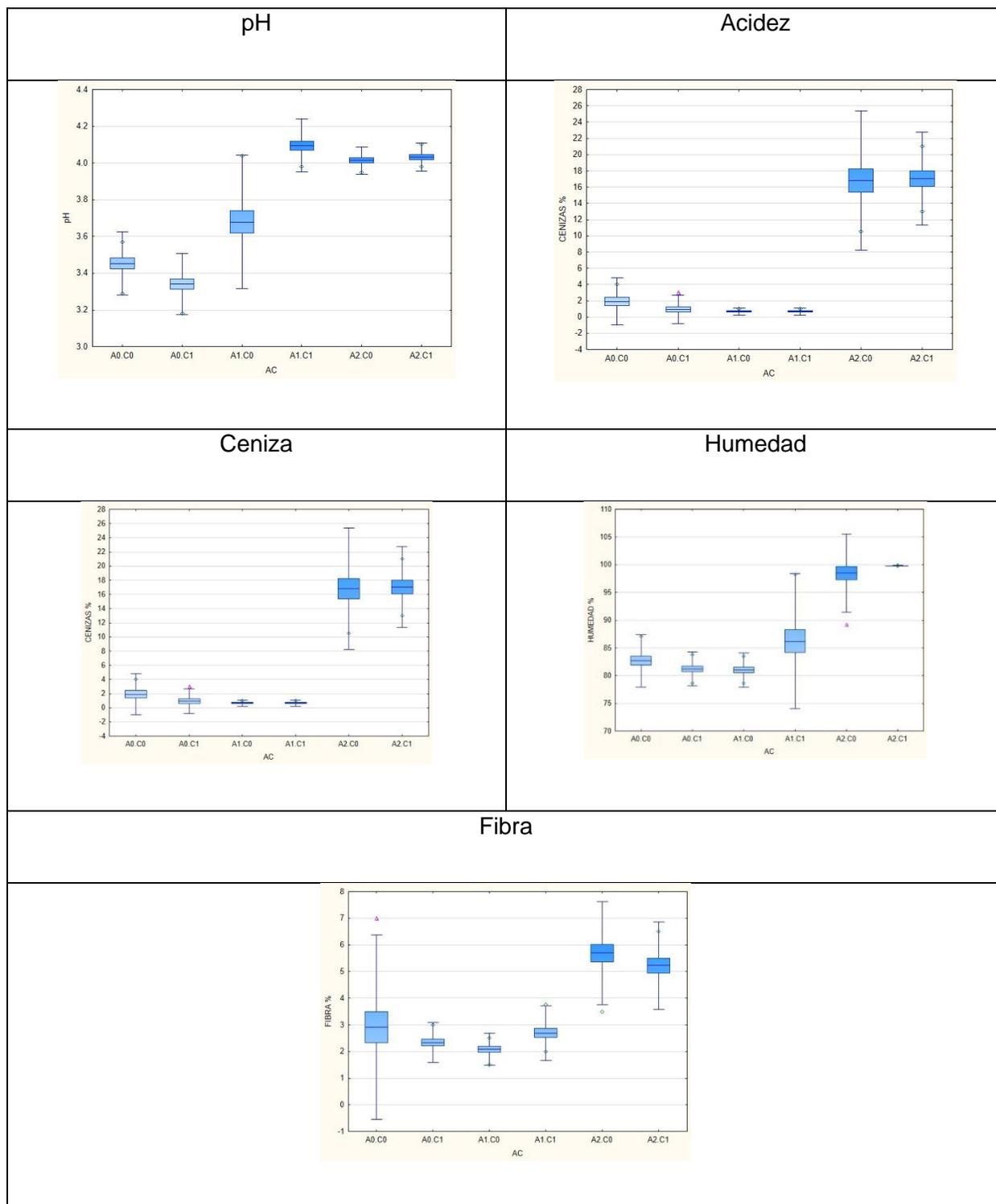




De acuerdo a la figura 7, el pH indicando que PEPINO*300 ppm tiene mayor pH (4,04) y el tratamiento MANGO*100 PPM tiene menor pH (3,32). Acidez Titulable muestra diferencia significativa presentando mayor valor MANGO*100 PPM 0.000831 (g/1000 mL) y menor valor PIÑA*100 PPM 0.000290 (g/1000 mL). Ceniza muestra diferencia significativa presentando mayor valor PEPINO*200 ppm 18,29% y menor valor MANGO*100 PPM (0,5%). Humedad no muestra diferencia significativa en las interacciones. Fibra no muestra diferencia significativa en las interacciones.

Figura 8

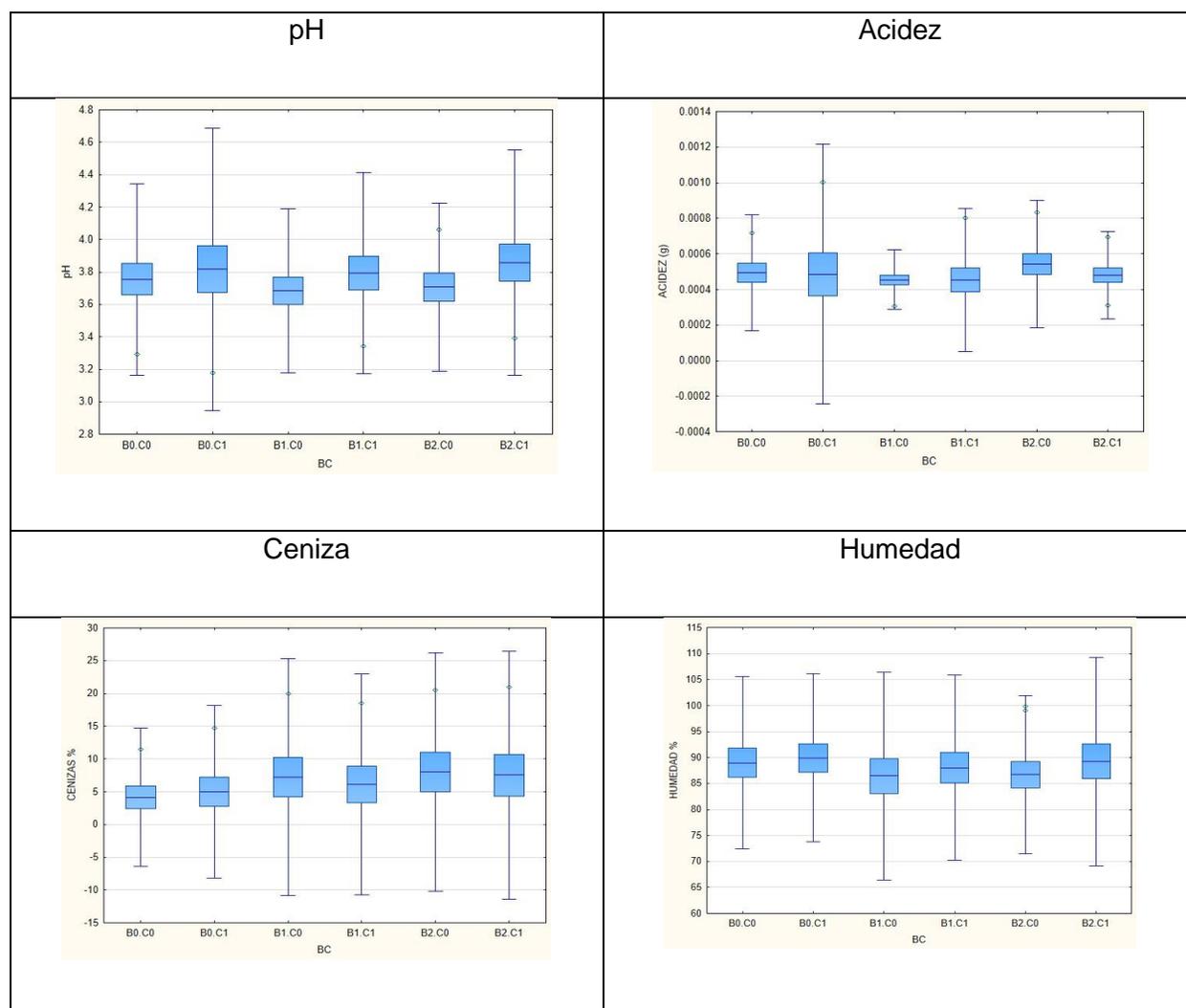
Interacción A*C (Tipo de fruta*Operación)

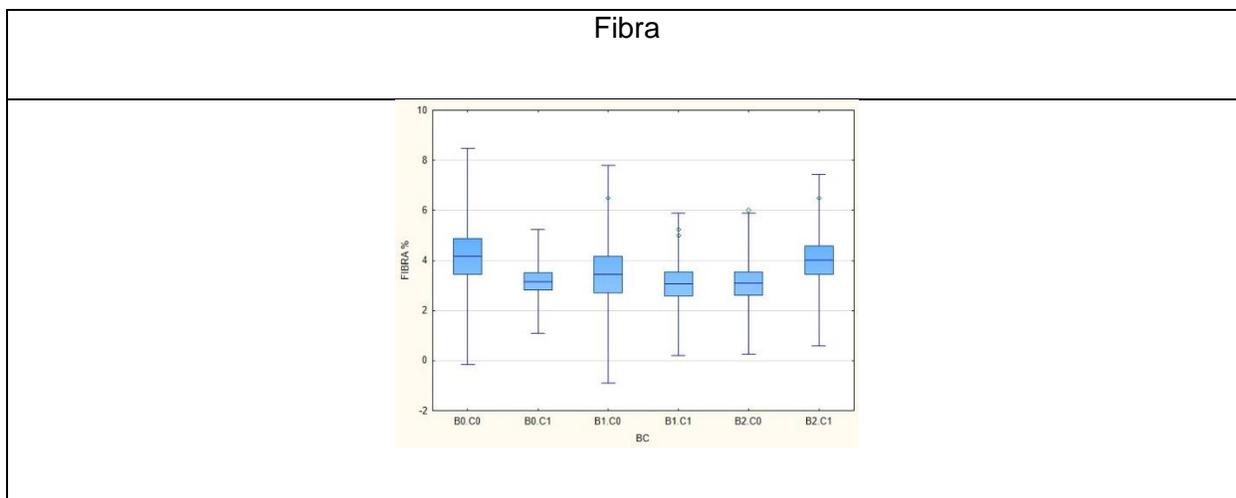


De acuerdo a la figura 8, el pH muestra diferencia significativa presentando mayor pH PEPINO*ESTERILIZADO (4,03) y menor pH MANGO*ESTERILIZADO (3,34). Acidez Titulable no muestra diferencia significativa. Ceniza muestra diferencia significativa presentando mayor valor PEPINO*ESTERIL (17,05%) y menor valor PIÑA*SIN ESTERILIZAR y PIÑA*ESTERILIZAR (0,66%). Humedad muestra diferencia significativa presentado mayor valor PEPINO*ESTERILIZADO (99,81%) y menor valor (80,99%). Fibra total muestra diferencia significativa presentando mayor valor PIÑA*ESTERILIZADA (5,69%) y menor valor PIÑA*SIN ESTERILIZADA (2,08%).

Figura 9

Interacción B*C (Concentración*Operación)

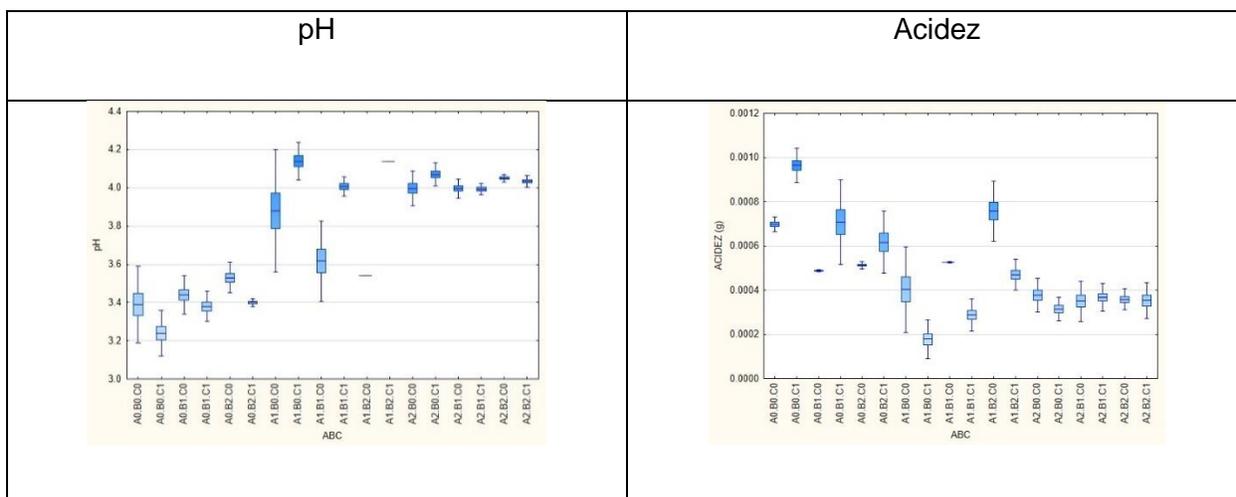


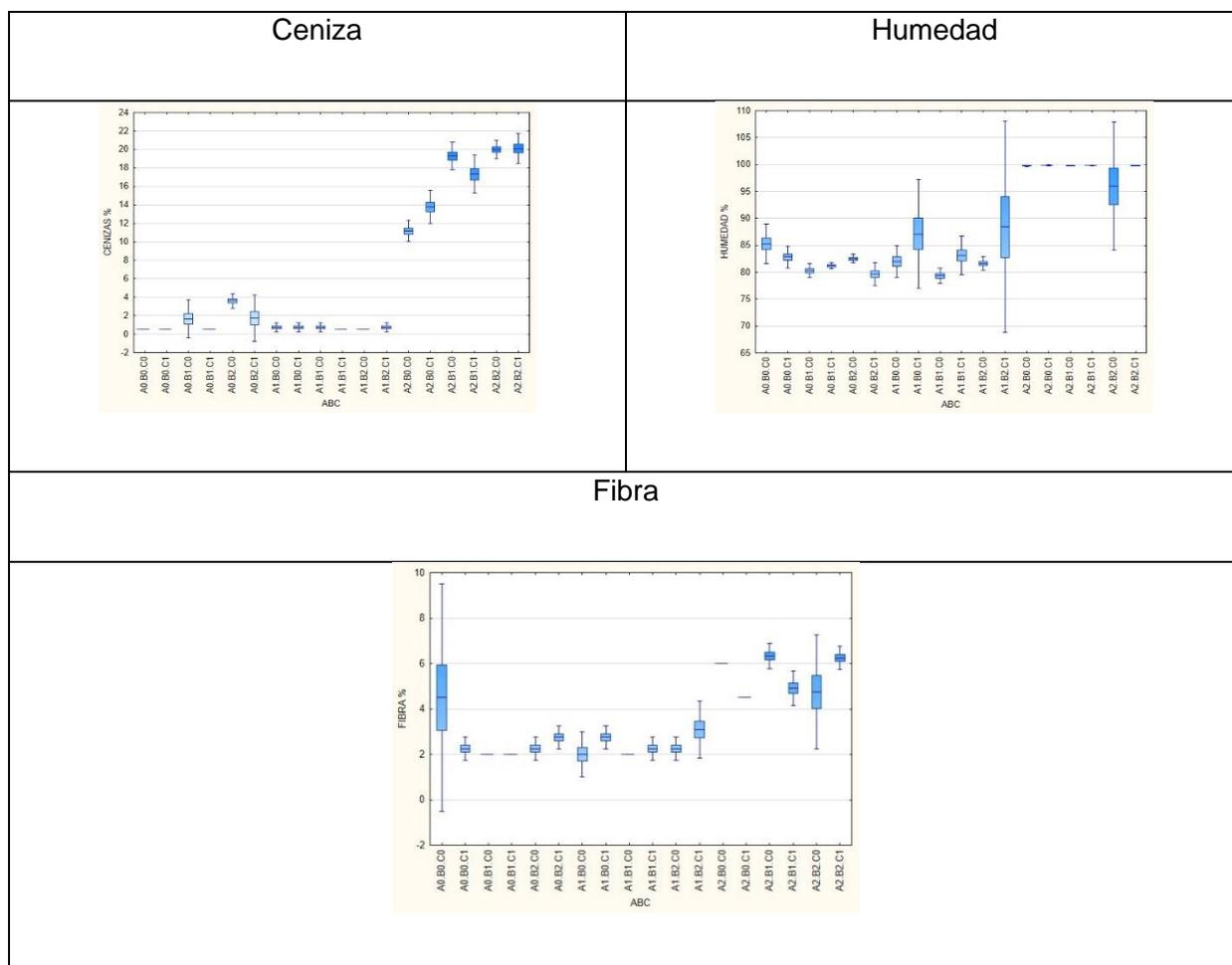


De acuerdo a la figura 9, el pH no muestra diferencia significativa. Acidez Titulable muestra diferencia significativa, presentando mayor valor 300PPM* ESTERILIZADO 0.000479 (g/1000 mL) y menor valor 200PPM*ESTERILIZADO 0.000454 (g/1000 mL). Ceniza muestra diferencia significativa presentando mayor valor 300PPM*S ESTERILIZADO (8,02%) y menor valor 100PPM*S ESTERILIZADO (4,13%). Humedad no presenta diferencia significativa. Fibra muestra diferencia significativa presentando mayor valor 100PPM*SIN ESTERILIZAR (4,16%) y menor valor 200PPM*ESTERIL (3,05%).

Figura 10

*Interacción A*B*C (Tipo de fruta*Concentración*Operación)*



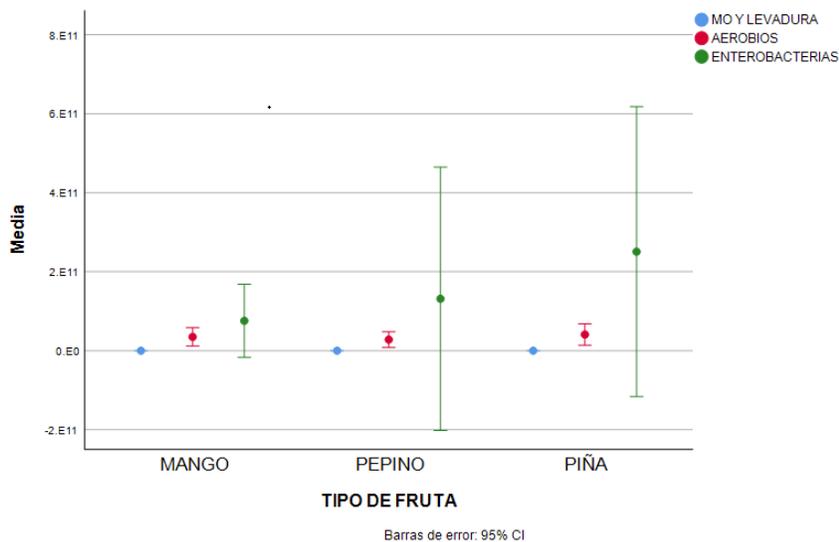


De acuerdo a la figura 10, el pH muestra diferencia significativa, presentando mayor pH PIÑA*100PPM* ESTERILIZADA, PIÑA*300PPM* ESTERILIZADA (4,14) y menor pH MANGO*100PPM* ESTERILIZADO (3,24). Acidez Titulable no presenta diferencia significativa. Ceniza muestra diferencia significativa presentando mayor valor PEPINO*300PPM*ESTERILIZADO (20,08%) y menor valor MANGO*100PPM*SIN ESTERILIZADO, MANGO*100PPM*ESTERILIZADO, MANGO*200PPM*ESTERILIZADO, PIÑA*200PPM*ESTERILIZADA, PIÑA*300PPM* SIN ESTERIL (0,5%). Humedad no muestra diferencia significativa. Fibra muestra diferencia significativa presentando mayor valor PEPINO*200PPM* SIN ESTERILIZAR (6,33%) y menor valor MANGO*200PPM* SIN

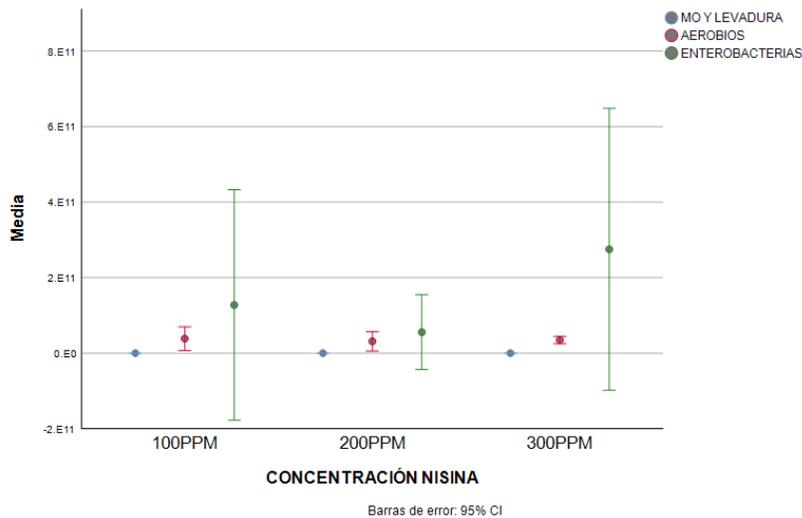
ESTERILIZAR, MANGO*200PPM* ESTERILIZADO, PIÑA*100PPM*SIN ESTERILIZAR,
PIÑA*200PPM* SIN ESTERILIZAR (2,00%).

Figura 11

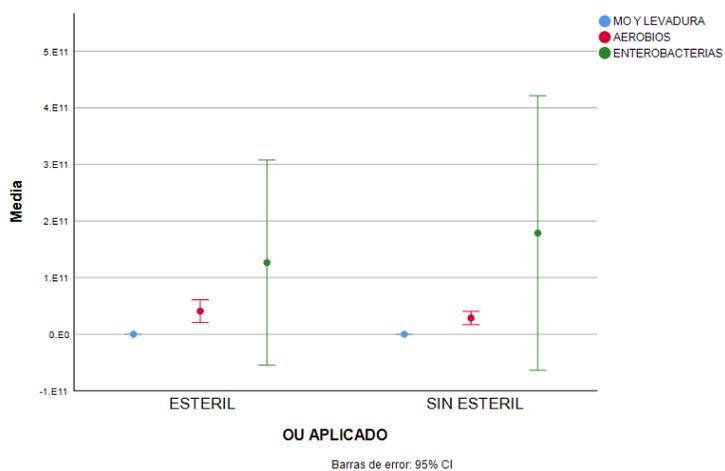
Factor A de UFC



De acuerdo a la figura 11 se observa que en los tres tipos de frutas no existe aparición de mohos y levaduras, respecto a aerobios de la misma manera existe una baja cantidad en el tipo de fruta y sobre enterobacterias se observa que en piña existe más presencia de colonias respecto a pepino y mango que tiene una baja presencia de las mismas

Figura 12*Factor B de UFC*

De acuerdo a la figura 12 se observa en las concentraciones de nisina de 100, 200, 300 ppm existe una casi nula presencia de mohos y levaduras, respecto a la variable aerobios existe una baja concentraciones de aerobios en las tres concentraciones, sobre enterobacterias se observa que en la concentración de 300 ppm hay mayor incidencia de colonias a diferencia de la concentración de 200 ppm que es baja .

Figura 13*Factor C de UFC*

De acuerdo a la figura 13 se observa que en el proceso unitario esterilizado y sin esterilizar existe una casi nula presencia de mohos y levaduras, respecto con la variable aerobios no existe una diferencia significativa respecto a las dos operaciones, sobre la variable enterobacterias se puede observar que no existe una diferencia respecto a la aplicación de estas operaciones.

Tabla 26

Matriz de correlaciones

Matriz de correlaciones

	pH	ACIDEZ	HUMEDAD	CENIZAS	FIBRA
pH	1.000	-.858	.662	.545	.502
ACIDEZ	-.858	1.000	-.517	-.466	-.377
HUMEDAD	.662	-.517	1.000	.862	.821
CENIZAS	.545	-.466	.862	1.000	.810
FIBRA	.502	-.377	.821	.810	1.000

En la tabla 26 se puede observar cómo existe una correlación inversa entre la acidez y el pH, respecto a la humedad se pudo determinar una correlación positiva con las cenizas y con la fibra, las cenizas de igual manera tienen una correlación positiva con la fibra.

Tabla 27

Varianza total explicada

Varianza total explicada

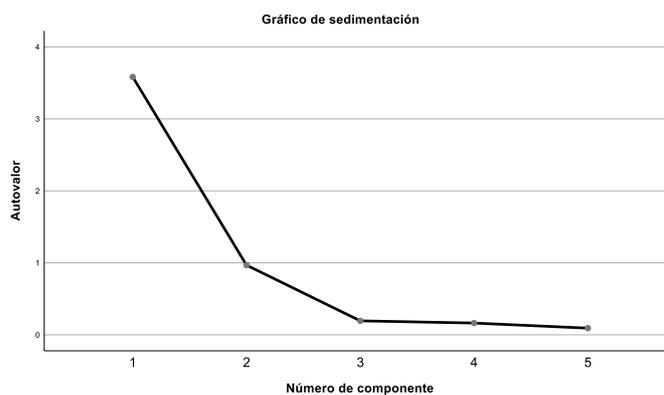
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3.583	71.658	71.658	3.583	71.658	71.658
2	.968	19.352	91.010	.968	19.352	91.010
3	.194	3.878	94.888	.194	3.878	94.888

4	.163	3.262	98.150			
5	.093	1.850	100.000			

Tabla 28*Matriz de componente***Matriz de componente**

	Componente		
	1	2	3
pH	.833	-.485	.096
ACIDEZ	-.743	.622	.042
HUMEDAD	.923	.235	-.064
CENIZAS	.882	.335	-.286
FIBRA	.840	.421	.312

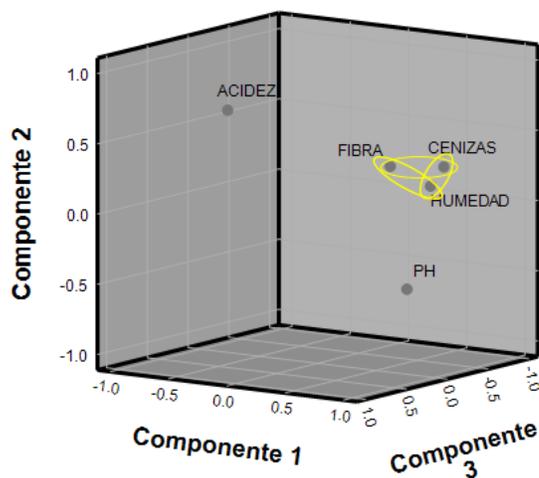
En la tabla 28 se determinó que el componente 1 está representado por las cenizas, el componente 2 por la acidez y el componente 3 con la fibra siendo estos los más representativos en cada componente.

Figura 14*Gráfico de Sedimentación*

En la figura se determinó que el componente 1 proporcionó una información del 71.68%, el componente 2 con 19.35% y el componente 3 con el 3.88% dando un total del 94.88 de descripción en los datos empleando tales componentes.

Figura 15

Gráfico de componentes principales



En la figura 15 se puede observar como la fibra, la humedad y las cenizas al estar correlacionados se ubican en un sitio cercano, dando a entender su relación entre sí, de los cuales se asocian al componente principal 2 mientras que pH y acidez al estar relacionados inversamente se encuentran en planos completamente distintos.

Capítulo V

Discusión

Pruebas físico-químicas a las conservas vegetales

Ceniza

Los análisis de cenizas son el resultado de la incineración de la materia orgánica expresados en porcentaje de minerales o residuos orgánicos, valores altos estarían relacionados con sales, óxidos, fosfatos y carbonatos (Guevara, 2021). La normativa INEN 0419 (1988) no establece límite mínimo o máximo del contenido de ceniza que deben tener conservas y mermeladas, pero si establece que se realice este tipo de análisis como control de calidad.

El contenido de cenizas en mermeladas y jaleas es utilizado como un índice de calidad en este tipo de alimentos, también, es indicador del contenido de frutas por lo que se considera como índice de adulteración, contaminación y en algunos casos de fraude de alimentos (Márquez, 2014). En la presente investigación el contenido de ceniza varia con respecto a los diferentes factores, sin embargo, en una investigación realizada por Talebi et al. (2017) el contenido de cenizas no presenta diferencia significativa en los tratamientos realizados en mermeladas de cascara de piel de ciruela negra, lo que difiere en la presente investigación puesto que existe diferencia significativa en 6/7 factores.

Una investigación de Olivares La Madrid et al. (2015) indica la cantidad de cenizas en gramos en conservas dietética de mango $0,8 \pm 0,00$ mientras que en la presente investigación la media de cenizas en conservade mango es de 1,417.

Fibra

La fibra en alimentos tiene varios beneficios a la salud, según el Codex Alimentarius se entiende como fibra dietética a polímeros de hidratos de carbono con diez o más unidades monoméricas, que no son hidrolizados por las enzimas endógenas del intestino humano (Almeida-Alvarado et al., 2014). En el presente estudio mango 2.62% y piña 2.38% presentaron una menor cantidad de fibra, a diferencia del pepino 5.45 % que presento mayor proporción. Conforme a luit-González et al., (2019) cada día se busca alimentos funcionales que den un aporte nutricional, por lo que en algunos casos se busca enriquecer con fibra a las conservas.

La cantidad de fibra en las conservas de este estudio no depende de variaciones en el proceso de esterilización, sino del tipo de fruta o vegetal utilizado.

Humedad

El análisis de varianza realizado en este estudio teniendo en cuenta los factores y las interacciones, se encontró diferencia altamente significativa en cuanto al tipo de fruta y proceso de operación utilizado. Sin embargo, en las interacciones de los tres factores no se observa diferencia significativa por lo que el porcentaje de humedad se encuentra en un rango de 79,34 – 99,84%. No obstante, estos valores no coinciden con los promedios obtenidos en otros estudios donde un valor de 17,75% de humedad o cercano a este, favorece el aumento de la vida útil del producto (Camayo-Lapa et al., 2020; Moreira-Chica et al., 2021).

Tipo de fruta (Factor A)

Con respecto al pH

El valor de la media del pH del mango en este estudio fue de 3,40 cumpliendo con los requisitos de conservas y mermeladas especificados en la Norma INEN 0419 que estable un valor entre 2,8-3,5. En comparación con otro estudio el valor de pH en la conserva de mango fue de 2,96 que igualmente cumple la norma establecida (García Morante & Tigrero García, 2009), este valor es similar al reportado por Tonato C, (2022) en donde el valor de pH inicial fue

de 2,99 utilizando pectina como espesante, el valor difiere con el reportado en este estudio. Sin embargo, en un estudio realizado por Geronimo M.,(2009) la conserva de mango presento un pH ente 3,32 – 3,56 similar al reportado en este estudio.

El pH de la piña y el pepino reportado en este estudio fue de 3,89 y 4,02 los cuales no cumplen con la Norma INEN 0419 (1988). Según los resultados de Valencia R., (2013) el valor de pH de la conserva de piña fue de 3,5 cumpliendo la norma y además demuestra que este grado de pH es ideal para evitar la proliferación de bacterias en la conserva. Sin embargo, se han reportado estudios donde el pH tiene valores entre 3,32 y 4,34 en conservas de piña con enriquecimiento en fibra (Moreira-Chica et al., 2021).

En cuanto al valor de pH de la conserva de pepino que fue el valor menos ácido, podría deberse a que la fruta presenta un pH de 4,84 según Guevara (2021).

Con respecto a la acidez

La Norma INEN no establece un rango de acidez como requisito, sin embargo, la acidez establecida por la Dirección General de Alimentos, Bebidas y Medicamentos de la secretaria de salubridad y Asistente de México se encuentra entre 0,5 – 1,6% (Valencia Rivadeneira, 2013). En la presente investigación los porcentajes de acidez de las tres conservas de frutas mango 0,066%, piña 0,043%, pepino 0,035% son menores que el rango establecido. Además, es evidente que el tipo de fruta influye en la acidez de las conservas.

Con respecto a la UFC

El análisis de mohos y hongos del presente estudio no demostró crecimiento en ninguna de las conservas vegetales, similar al estudio de Geronimo M. (2009) que uso como bioconservante el propóleo demostrando no presentar aumento de microorganismos después de ser inoculado. Esto también puede deberse al pH ácido de las muestras que actúa como un inhibidor de crecimiento microbiano, en especial de *Aspergillus* (Geronimo M, 2009).

En cuanto al análisis de aerobios y enterobacterias, se observa crecimiento en los tres tipos de conservas, habiendo mayor número de colonia en piña y pepino, mientras que mango el número de colonias fue menor.

Concentración (Factor B)

Con respecto al pH

La concentración de Nisina, presenta dos grupos con valores de pH 100 ppm (3.79) y 300 ppm (3.78) que sobrepasan los valores permitidos en la normativa. Ahora si bien el pH de la nisina en su estado natural es de 2,0 este puede afectar el pH y la acidez de las conservas (Cano-Serna et al., 2015).

Con respecto a la acidez

La concentración de acidez en este estudio presento diferencia altamente significativa con respecto a la concentración de nisina en las conservas en mango 0,48%, piña 0,45% , pepino 0,51%, a diferencia de un estudio realizado por Leidy Sierra et al. (2013), las concentraciones de nisina no presentaron diferencias significativas tanto en el pH como en la acidez de las muestras en extracto de café, a pesar de ellos si se observa diferencia en pH y acidez entre los tratamientos con diferentes concentraciones de la misma.

Con respecto a la UFC

Los resultados demostraron mejor actividad antimicrobiana en los tratamientos con la concentración de 200 ppm, en especial se ve una reducción en las enterobacterias, con respecto a las otras concentraciones, esto puede deberse a que las propiedades antibacterianas de la nisina tiene mejores resultados en concentraciones específicas y mejoran al incorporarse junto con otros biopolímeros (Rani et al., 2021). Por otra parte, la nisina presenta actividad altamente antibacteriana frente a bacterias Gram-positivas, incluyendo aquellas formadoras de esporas pero casi nula actividad contra Gram-negativas (Cano-Serna et al., 2015).

Operación (Factor C)

Con respecto al pH

Los valores de pH se ven influenciados por el tipo de operación (esterilizar y sin esterilizar), no obstante, ninguno cumple con la Norma INEN 0419 (1988) establecida ya que el proceso sin esterilizar obtuvo 3,72 y esterilizada 3,82, pero si mantienen a las conservas en el grupo de alimentos con alta acidez puesto que presenta un pH inferior a 4,06, valor de interés en la industria alimentaria para evitar crecimiento de *Clostridium botulinum* (Gharsallaoui et al., 2016).

Con respecto a la acidez

La acidez de las conservas no se ve influenciado por los procesos de esterilización, el porcentaje de acidez reportado en este estudio ayudaría a mejorar la vida útil del producto final.

Con respecto a la UF

En cuanto al tipo de operación no se observó crecimiento de mohos y levaduras en ambos procesos, no obstante, se observa crecimiento de aerobios y enterobacterias, lo que quiere decir que tanto el proceso de esterilización o sin este, no es eficiente para garantizar la inactivación de microorganismos termorresistentes. Camayo-Lapa et al., (2020) obtuvo mejores resultados garantizando la inactivación de microorganismos al utilizar un proceso de esterilización de 115°C durante 26 minutos.

Tipo de Fruta * Concentración de nisina (Factor AB)

En cuanto a la interacción del factor AB correspondiente al Tipo de frutas y concentración de nisina los grupos a, ab, b correspondientes al mango en las concentraciones de 100, 200 y 300 ppm cumplen con los límites de pH establecidos en la norma. La nisina es ácida por naturaleza por lo que es estable en pH ácido teniendo mayor estabilidad en 2,0 (Cano-Serna et al., 2015). Las frutas y vegetales usados para la elaboración de las conservas

presentan pH cercanos de 2,50 a 4, lo que afecta a las propiedades bromatológicas de las conservas.

La acidez también se ve influenciada por la interacción entre el tipo de fruta y la concentración de nisina utilizados en las conservas.

Tipo de Fruta * Operación (Factor AC)

En el Factor AC: Tipo de fruta y operación si influyen en el pH de los alimentos, mientras que en acidez no se observa diferencia significativa. Los tratamientos seleccionados son A0C1 (mango*esterilizado) y A0C0 (mango* sin esterilizar) con pH de 3,34 y 3,45 los cuales cumplen con la normativa.

Las propiedades fisicoquímicas de la nisina la hacen resistente a tratamientos térmicos y cambios de pH durante la elaboración de alimentos (Cano-Serna et al., 2015). Sin embargo, investigaciones sugieren que la actividad de la nisina es estable en pH ácidos y bajas temperaturas, al ser expuesta temperaturas elevadas durante un período prolongado de tiempo (30 minutos) su actividad disminuye (Gharsallaoui et al., 2016), lo que pudo haber ocasionado cambios en las propiedades físico químicas de las conservas.

Concentración de nisina * Operación (Factor BC)

La interacción entra la concentración de la nisina y el tipo de operación (esterilizar y sin esterilizar) no influyen en el valor de pH y la humedad, pero si en la acidez, cenizas y fibra. Las concentraciones de nisina no muestra cambios en el pH en estudios donde se aplica como bioconservante en extractos de café y leche UHT (Cano-Serna et al., 2015; Moncada, 2009).

Tipo de Fruta * Concentración de nisina * Operación (Factor ABC)

Según Moreira-Chica et al.(2021) la vida útil de las mermeladas y conservas depende de varios factores intrínsecos como la acidez y pH de la materia prima, además, de factores como la calidad y el manejo de buenas prácticas de manufactura (BPM). Dentro del contexto

del presente estudio, los mejores tratamientos con respecto al cumplimiento de los requisitos de la Norma INEN 0419 (1988) son T10 (mango*100ppm* esterilizado), T1 (mango*100ppm* Sin Esterilizar), T13 (mango*200ppm* esterilizado), T16 (mango*300ppm* esterilizado). En cuanto a la acidez no se observa diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, y estos valores se encuentran por debajo del límite de la norma.

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones.

Factor A (Tipo de fruta)

De acuerdo a los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados, se concluye que las conservas de mango en cuanto a pH (3.40) y acidez (0,066%), se encuentran dentro de las normativas, así mismo presento menor cantidad de contaminación en cuanto a UFC aerobios y enterobacterias, influyen dentro de su proceso de conservación mediante la aplicación de nisina, debido a que el pH se encuentra dentro del rango establecido y en cuanto al indicador UFC fue la que obtuvo menor cantidad de colonias de aerobios y enterobacterias.

Factor B (Concentración)

En base a los análisis microbiológicos se determinó que la concentración de 200 ppm presenta una reducción en cuanto a enterobacterias en comparación a las demás, considerando que potencializo las propiedades antibacterianas de la nisina en dicha concentración.

Factor C (Operación)

De acuerdo a los parámetros evaluados en cuanto al proceso de operación, ya que independientemente el tipo de operación no influyo en los parámetros de conservación.

Interacción A*B (Tipo de fruta* Concentración)

Respecto a la interacción AB se determina que los mejores tratamientos corresponden a la conserva mango con concentraciones de 100, 200, 300 ppm ya que estos están dentro del rango establecido de pH.

Interacción A*C (Tipo de fruta*Operación)

De acuerdo a la interacción AC se determina que los tratamientos a base de mango A0C1 mango*esterilizado (3.34) y A0C0 mango*sin esterilizar (3.45) independientemente de la operación, se encuentran dentro del rango establecido para el pH.

Interacción B*C (Concentración*Operación)

Respecto a la interacción B*C se determina que las concentraciones de nisina en conjunto con la operación no alteran los valores de pH y humedad, sin embargo, los valores de acidez, ceniza y fibra se presentaron cierta alteración.

Interacción A*B*C (Tipo de fruta*Concentración*Operación)

De acuerdo con la interacción A*B*C los mejores tratamientos que cumplen los requisitos de pH dentro de la normativa INEN 0419 son T10 (mango*100ppm* estéril), T1 (mango*100ppm* Sin Esterilizar), T13 (mango*200ppm* estéril), T16 (mango*300ppm* estéril); respecto a la acidez no se hayo diferencia significativa los valores obtenidos se encuentran por debajo de la norma.

Recomendaciones.

En productos de II Gama se recomienda el uso de mango, debido a que en la presente investigación en los análisis de pH y acidez presento valores dentro de la normativa.

Utilizar concentraciones de 200 ppm en conservas, presento mejores resultados en sus características físico-químicos y microbiológicas.

Es recomendable y necesario realizar procesos de esterilización, así como mantener un ambiente óptimo en la elaboración de estos productos de forma artesanal con el fin de eliminar microorganismos que podrían alterar las características organolépticas y nutricionales de producto, garantizando así la seguridad alimentaria de los consumidores.

Se recomienda en investigaciones futuras probar diferentes conservas tratadas con nisina de tal manera que se pueda evaluar el potencial de las mismas.

Capítulo VII

Bibliografía

- Almeida-Alvarado, S. L., Aguilar-Lopez, T., & Hervet-Hernandez, D. (2014). *La fibra y sus beneficios a la salud*. Scielo. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100011
- Camayo-Lapa, B. F., Quispe-Solano, M. Á., Cruz-Porta, E. A. D. La, Manyari-Cervantes, G. M., Espinoza-Silva, C. R., Cruz, A. R. H.-D. La, Camayo-Lapa, B. F., Quispe-Solano, M. Á., Cruz-Porta, E. A. D. La, Manyari-Cervantes, G. M., Espinoza-Silva, C. R., & Cruz, A. R. H.-D. La. (2020). Compota de zapallo (Cucúrbita máxima Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 203–212. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.02.07>
- Cano-Serna, D., Antonia Gómez-Marín, M., Oviedo-Gallego, V., & Alberto Rios-Osorio, L. (2015). Nisina como conservante de alimentos: revisión sistemática de la literatura. In *Hechos Microbiológicos* (Vol. 6, Issues 1–2, pp. 52–64). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/335279>
- García Morante, L. S., & Tigrero García, R. M. (2009). *Elaboración de mermelada de mango y aplicación de su pectina como aditivo natural*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1872>
- Geronimo M, A. M. (2009). Comparación del efecto antimicrobiano del propóleo y el benzoato de sodio en mermelada de mango de la Escuela Agrícola Panamericana. *Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana*, 2012. <http://hdl.handle.net/11036/275>
- Gharsallaoui, A., Oulahal, N., Joly, C., & Degraeve, P. (2016). Nisin as a Food Preservative:

Part 1: Physicochemical Properties, Antimicrobial Activity, and Main Uses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(8), 1262–1274.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2013.763765>

Guevara, M. (2021). *Estudio del efecto de las concentraciones de cloruro de sodio, ácido acético y estado fisiológico de pepinillo (Cucumis sativus L.) con fines de bioconservación mediante la identificación de bacterias ácido lácticas.*

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/25973>

INEN 0419. (1988). *NTE INEN 0419 (1988) (Spanish): Conservas vegetales. Mermelada de frutas. Requisitos. 1644.*

Luit-González, M., Betancur-Ancona, D., Santos-Flores, J., & Cantón-Castillo, C. G. (2019). Mermelada enriquecida con fibra dietética de cáscara de Mango (*Mangifera indica* L.). *Revista Tecnología En Marcha*, 32, ág. 193-201. <https://doi.org/10.18845/TM.V32I1.4128>

Leidy Sierra, L., Olga Montoya, C., & Ciro-v, H. J. (2013). Evaluación de la nisina como sustancia inactivadora de *Bacillus licheniformis* en el extracto líquido de café. *Revista MVZ Cordoba*, 18(SUPPL.), 3715–3721. <https://doi.org/10.21897/rmvz.139>

Márquez, B. (2014). Cenizas y grasas. *Universidad Nacional de Sn Agustín*, 3–165.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA>

Moncada, A. (2009). EVALUACION DE LA NISINA COMO AGENTE ANTIMICROBIANO EN EL PROCESO DE ENVASADO DE LECHE UHT. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*, 1999(December), 1–6.

Moreira-Chica, E. M., Montesdeoca-Parraga, R. R., Mendoza-Ganchozo, N. E., Vera, J. B., & Piloso-Chávez, K. J. (2021). *Vista de Evaluación de la calidad de una mermelada de piña*

(*ananas sativus*) con adición de fibra dietética obtenida de subproductos de frutas.

<https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.718>

Olivares La Madrid, A. P., Valdiviezo, A. S., Uriburu, M. L., & Ramón, A. N. (2015). Formulación de mermeladas dietéticas de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) y mango (*Mangífera Indica* L.). *Diaeta*, 33(152), 07–11.

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372015000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

[73372015000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372015000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Rani, A., Saini, K. C., Bast, F., Varjani, S., Mehariya, S., Bhatia, S. K., Sharma, N., & Funk, C. (2021). A Review on Microbial Products and Their Perspective Application as Antimicrobial Agents. *Biomolecules*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/BIOM11121860>

Talebi, M., Frink, L. A., Patil, R. A., & Armstrong, D. W. (2017). Examination of the Varied and Changing Ethanol Content of Commercial Kombucha Products. *Food Analytical Methods* 2017 10:12, 10(12), 4062–4067. <https://doi.org/10.1007/S12161-017-0980-5>

Valencia Rivadeneira, A. V. (2013). ESTUDIO DE LA UTILIZACIÓN DE STEVIA COMO SUSTITUTO DE LA SACAROSA EN LA FABRICACIÓN DE MERMELADA DE PIÑA (ANANAS COMOSUS). *Repositorio de La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabi*. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/338>