Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"

Software Antiplagio

UNICHECK

INFORME DE REVISIÓN

Se ha realizado el analisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte de los docentes reponsables, al documento cuyo titulo es:

"INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO Y PARÁMETROS DEL TRATAMIENTO TERMICO EN LA CONSERVA DE GRANADA (Punica granatum)"

presentado por:

HAROLD DANIEL AYBAR HUAMAN

del nivel **PREGRADO** de la facultad de **INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS** obteniéndose como resultado una coincidencia de **14.72%** otorgándosele el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO 14,7 % (MENOR AL 30% REQUERIDO)

Ica, **7** de **Septiembre** de **2021**

JULIO HERNAN ARENAS VALER
COORDINADOR
SOFTWARE ANTIPLAGIO
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ANGEL PASCASIO RUIZ FIESTAS
ASESOR
SOFTWARE ANTIPLAGIO
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

TESIS:

"INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO Y PARÁMETROS DEL TRATAMIENTO TERMICO EN LA CONSERVA DE GRANADA (*Punica granatum*)"

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bachiller: Aybar Huaman Harold Daniel

ASESOR: Dr. Juan Marino Alva Fajardo

PISCO - ICA

2020

SUMARIO

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

I INTRODUCCIÓN 1

1.1 Planteamiento del problema 2

1.1.1 Descripción del problema de investigación 2

1.1.2 Formulación del problema 2

1.2 Justificación de la investigación 2

1.3 Objetivos 3

1.3.1 Objetivo general 3

1.3.2 Objetivos específicos 3

1.4 Hipótesis 3

II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL 4

2.1 Antecedentes de la investigación 4

2.2 Marco teórico 7

2.2.1 Características de la granada 7

2.2.1.1 Beneficios de la granada 9

2.2.1.2 Composición química de la Granada 11

2.2.2 Frutas en almíbar 11

2.2.2.1 Conservación de alimentos por concentración de azúcar y control de acidez 12

2.2.3 Tratamiento térmico de alimentos 13

2.2.4 Principios básicos del procesamiento térmico de alimentos 14

2.2.4.1 Tiempo de reducción decimal o valor D 14

2.2.4.2 Constante de muerte térmica o valor Z 17

2.2.4.3 Valor F 18

2.2.5 Pasterización 20

2.2.6 Métodos de evaluación del proceso térmico 20

2.2.6.1 Método general (Bigelow) 21

2.2.7 Análisis sensorial 22

2.2.7.1 Propiedades sensoriales 23

2.2.7.2 Pruebas sensoriales 26

2.3 Marco conceptual 28

2.3.1 Granada 28

2.3.2 Conserva alimenticia 28

2.3.1 Pasteurización 29

2.3.2 Valor D 29

2.3.3 Valor Z 29

2.3.4 Valor F 29

III ASPECTO METODOLOGICO 30

3.1. Método para determinar la historia tiempo vs Temperatura

en el punto más frío del envase **30**

3.2. Método para determinar el F del proceso térmico **30**

3.2.1 Métodos Numéricos para resolver la Ecuación anterior **31**

3.3. Método para la evaluación sensorial **32**

IV MATERIAES Y METODOS **33**

4.1 Materiales **33**

4.2 Elaboración de la conserva de granada **34**

4.2.1 Materia prima **34**

4.2.2 Lavado **34**

4.2.3 Pelado y desgranado **34**

4.2.4 Preparación del almíbar **35**

4.2.5 Envasado y sellado **35**

4.2.6 Pasteurizado **36**

4.2.7 Enfriamiento **36**

4.2.8 Almacenamiento **36**

4.3 Diagrama de flujo para la elaboración de granada en almíbar **37**

4.4 Tiempo de proceso térmico para la conserva de Granada **38**

4.5 Evaluación sensorial de la conserva de granada **38**

V RESULTADOS **39**

5.1 Formulación de la conserva de granada **39**

5.2 Evaluación de penetración de calor para la conserva de granada 40

5.3 Resultados del análisis sensorial 45

5.3.1 Evaluación estadística de la conserva de granada(Muestras 101, 202 y 303) 48

5.3.2 Prueba de Fisher 50

5.3.3 Prueba de Duncan para las muestras de conservas de granada 52

5.3.4 Prueba de medias 54

5.4 Resultados del análisis microbiológico 56

VI CONCLUSIONES 57

VII RECOMENDACIONES 58

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 59

LISTADO DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. La granada 9

Figura 2. Variación del número de microorganismos con el tiempo a una temperatura de calentamiento constante 16

Figura 3. Curva de tiempo de muerte térmica mostrando la definición del valor Z 17

Figura 4. Variación de la temperatura y la letalidad con el tiempo 19

Figura 5. Control de la temperatura durante la pasteurización 30

Figura 6. Granada pelada y desgranada 34

Figura 7 Envasado de la conserva de granada 36

Figura 8. Curva de penetración del calor 42

Figura 9. Curva de letalidad 44

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la formulación óptima y los parámetros del tratamiento térmico para la conserva de granada, determinar el tiempo y temperatura adecuado del tratamiento térmico, evaluar la aceptación de la conserva de granada, mediante el análisis sensorial, y realizar el análisis microbiológico. .

Las conclusiones del trabajo fueron:

Las formulaciones fueron las siguientes: Formulación 101 granada 220 g, azúcar 40 g, agua 93 ml. y sorbato de potasio 0.72; formulación 202 granada 220 g, azúcar 28 g., agua 112 ml, sorbato de potasio 0.72 g. y la formulación 303 granada 220 g, azúcar 17 g., agua 123, sorbato de potasio 0.72 g. La formulación óptima fue la 101

El tiempo ideal para el tratamiento térmico fue de 20 minutos a una temperatura de 95 ºC. El valor Fo para la formulación optima fue de 4.87 minutos. De la prueba de esterilización comercial se concluye que la conserva es apta para consumo.

Palabras claves: granada, tratamiento térmico, líquido de gobierno, análisis sensorial, esterilización comercial

ABSTRACT

The objective of the work was to determine the optimal formulation and parameters of the heat treatment for the grenade canning, determine the appropriate time and temperature of the heat treatment, evaluate the acceptance of the grenade can, by means of the sensory analysis, and perform the microbiological analysis . .

The conclusions of the work were:

The formulations were as follows: Formulation 101 pomegranate 220 g, sugar 40 g, water 93 ml. and potassium sorbate 0.72; formulation 202 pomegranate 220 g, sugar 28 g., water 112 ml, potassium sorbate 0.72 g. and the formulation 303 pomegranate 220 g, sugar 17 g., water 123, potassium sorbate 0.72 g. The optimal formulation was 101

The ideal time for heat treatment was 20 minutes at a temperature of 95 ° C. The Fo value for the optimal formulation was 4.87 minutes. The commercial sterilization test concludes that the conserve is suitable for consumption.

Keywords: pomegranate, heat treatment, government liquid, sensory analysis, commercial sterilization

I INTRODUCCION

La Granada es una fruta nativa de Persia cuyo origen se remonta a los primeros años del Neolítico. El cultivo de granado fue extendiéndose ya en tiempos muy remotos, siendo los fenicios quienes lo exportaron a la zona occidental del Mediterráneo. Allí, Cartago se convirtió en la gran colonia plantadora de granados y exportadora de sus frutos.

En Egipto, el granado se cultivó desde los tiempos de la XVIII dinastía, a principios del segundo milenio a.C. Se empleaban allí sus frutos en la elaboración de un zumo muy apreciado. Los árabes introdujeron la granada en España, desde donde fue exportada a América tras la conquista, extendiéndose rápidamente por todas las zonas tropicales y subtropicales desde California hasta Chile.

La granada *(Punica Granatum)* es la fruta carnosa del granado, árbol que se desarrolla en zonas tropicales y subtropicales. Es un fruto de forma globosa y tamaño algo mayor que la manzana. Presenta una corteza gruesa de color pardo anaranjado, en cuyo interior aparecen múltiples semillas rojas separadas por tabiques membranosos. Estas semillas están embebidas de una pulpa jugosa, refrescante y de sabor agridulce. A medida que el fruto madura, la cáscara se va agrietando y mostrando sus simientes. Existen también variedades de menor tamaño que no contienen semillas en su interior. (Hogarmania 2016). El objetivo de esta investigación fue Determinar la influencia del líquido de gobierno y los parámetros del tratamiento térmico en la conserva de granada

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1 Descripción del problema de investigación

El principal problema de la fruta es que presenta un periodo corto de conservación, por lo que existe una necesidad de prolongar la vida útil de este tipo de alimento y una forma de conseguir este objetivo es mediante el procesamiento térmico en conservas.

El tratamiento térmico tiene como finalidad inactivar los microorganismos que provocan la alteración del alimento.

En el Perú no existen estudios sobre el tratamiento térmico en conserva de granada, por lo que es necesario y se justifica plenamente realizar investigaciones.

1.1.2. Formulación del problema

. ¿De qué manera influye el líquido de gobierno y el tratamiento térmico en la aceptación de la conserva de granada?

1.2 Justificación de la investigación.

La investigación se justifica por la necesidad de buscar alternativas de industrialización de la granada en diversas formas, procesadas o semi procesadas, de manera que puedan almacenarse por periodos prolongados y que no requieran procedimientos costosos para su conservación.

La determinación del proceso térmico es de gran importancia para predecir los tiempos adecuados que permitan obtener un producto inocuo y de buena calidad nutricional, en la industria de la conserva

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del líquido de gobierno y los parámetros del tratamiento térmico en la conserva de granada

1.3.2. Objetivos especifico

- Determinar la formulación optima del producto
- Determinar el tiempo y temperatura adecuado del tratamiento térmico
- Determinar la influencia del tratamiento térmico en la aceptación de la conserva de granada, mediante el análisis sensorial.
- Realizar el análisis microbiológico. .

1.4 Hipótesis.

H_O: La formulación del líquido de gobierno y la evaluación del proceso térmico no garantizan la aceptación de la conserva de granada

H_1: La formulación del líquido de gobierno y la evaluación del proceso térmico garantizan la aceptación de la conserva de granada

II MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes de la Investigación.

Como antecedes relacionados con nuestra trabajo de tesis podemos mencionar la tesis de Félix Velasco Ángel (2013) "Proceso de elaboración de conserva de Kiwi por difusión molecular" donde se manifiesta que el consumo de frutas a nivel mundial se ha incrementado con el pasar de los años, siendo mucho más el crecimiento de los subproductos a base de fruta. Gracias al desarrollo de la tecnología; uno de los mercados de mayor crecimiento es el de las conservas de frutas en general, las cuales abarcan una gran gama de variedades y sabores que se consumen de acuerdo a la costumbre y estación climática. El incremento de consumidores, así como de productores, hacen que el negocio de las conservas luzca bastante interesante. Debido a la gran demanda de tiempo que implican las operaciones de adecuación de frutas en el mercado institucional, se presenta la oportunidad de proveer a este mercado productos mínimamente procesados, que tengan las mismas características del producto fresco, pero con un tiempo mayor de vida útil.

El estudio se basó en el diseño de una línea de proceso de kiwi en almíbar por difusión molecular, determinando las condiciones de las etapas críticas del proceso; como lo son, el escaldado, pelado químico, almacenamiento y distribución. La aplicación de la deshidratación osmótica (difusión molecular) es muy conocida en las conservas de frutas, ya que se afirma que cumple con dos funciones: primero ayuda a retener las propiedades

sensoriales de los alimentos, y segundo, alarga el tiempo de vida útil del producto.

Para poder estudiar el efecto de la deshidratación osmótica (difusión molecular), se analizó la velocidad de transferencia de masa, así como también se determinó el coeficiente de difusión del almíbar en el kiwi por concentración en frio, aplicando la primera ley de Fick de la difusión molecular. Se realizó pruebas sensoriales para medir el grado de satisfacción al degustar las rodajas de la fruta de la conserva. Se realizó una determinación de concentración de vitamina C por HPLC en la fruta para determinar la cantidad de pérdida de esta vitamina, de esta manera tomar las decisiones con respecto a su valor nutritivo. El diseño de la línea de producción de la conserva va orientado a una línea adicional de una planta de conservas ya existente. Se realiza un análisis financiero del proceso para determinar el costo unitario del producto y ver si va a ser competente dentro del mercado.

También podemos mencionar el trabajo de investigación de Flores Córdova José Antonio (2006) Determinación de parámetros óptimos en la elaboración de rodajas de maca en almíbar de mandarina utilizando envases de vidrio, donde se manifiesta que el presente trabajo de investigación tiene como objeto determinar los parámetros óptimos y aplicar adecuadamente en todas las etapas de proceso de elaboración de rodajas de maca en almíbar de mandarina utilizando envases de vidrio en la ciudad de Junín. Para tal fin, se describe los objetivos específicos:

Identificar los procesos de elaboración de rodajas de maca en almíbar de mandarina utilizando envases de vidrio en la ciudad de Junín y las modificaciones que sufre durante el proceso de elaboración e identificar los parámetros que influyen en el proceso de elaboración de rodajas de maca en almíbar de mandarina utilizando envases de vidrio en la ciudad de Junín. El fin de su elaboración es industrializar y preservar este cultivo andino, mediante una densificación del proceso y los parámetros óptimos durante su procesamiento para esto se utilizó como base las normas técnicas de conserva en almíbar, para dicha elaboración se utilizó maca fresca de ecotipo amarillo crema, se realizó el pelado químico con (NaOH) a 4,5 % (P/V), el grado de aceptabilidad del producto terminado, también el mejor almíbar que se adapte al producto, el producto presenta una mejor textura a una temperatura 105ºC por 30 minutos, envasándose con almíbar de 39 ºBrix y un pH de 2,7, para el envasado se considera 60% maca y 40% almíbar, el tratamiento térmico fue a una temperatura de 110 ºC por 10 minutos, se realizaron pruebas físico químicas del producto durante su almacenamiento a las 24 horas, 15, 30 y 45 días presentando un pH estable de 3,5, acidez titulable 0,58%, azúcares reductores 11,20% y 22,0 °Brix, posteriormente se realizó el análisis proximal, el análisis físico químico, análisis microbiológico y el análisis organoléptico logrando resultados óptimos de aceptabilidad, se determinó la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación en función a la a apariencia general del producto, se evaluó a partir de los 10, 15, 20,25,30,35,40 y 45 días respectivamente obteniendo una duración del producto de 38 días.

2.2 Marco teórico

2.2.1. Características de la Granada

El árbol del granado se cultiva tanto para jardines y parques ornamentales como para cultivos; el granado es muy tolerante con las sequías, no necesita ser regado diariamente, pero para su buena producción es necesario que los cambios climáticos entre el día y la noche no sean demasiado variables, es por eso que la mayor concentración de árboles del granado pueden encontrarse al norte de la India. Dichos cultivos comienzan a verse a mediados del mes de septiembre, teniéndose que su mejor etapa es entrando al otoño; en este instante sus granos se encuentran en completa maduración, permaneciendo así hasta finales de enero (Granada de Eche). A medida que el fruto madura, la cáscara se va cuarteando y mostrando sus semillas. En cuanto a las semillas, es uno de los frutos que más contiene, con un aproximado de 613 semillas por fruto. **(VV.AA.LAROUSSE, 2012**)

El árbol de granada (*Punica granatum*) pertenece al reino plantae, plantas terrestres con células vegetales provisionadas de cloroplastos que realizan la fotosíntesis, una pared celular compuesta principalmente de celulosa y una serie de órganos como el tallo, la raíz, hojas, flores y frutos con funciones especializadas. Está clasificado dentro de la familia lythraceae, arbustos o arboles pequeños frecuentemente con tallos, y la subfamilia Punicoideae

monogenerica púnica que significa arbustos o árboles pequeños de frutos caducifolios, ya que su hoja se cae en épocas desfavorables con clima muy frio, cálido y árido, aumentando la efectividad de la polinización ya que facilita la dispersión de polen por el viento y la visibilidad de la flores por los insectos. Su especie más conocida es el *Punica granatum.* (Ronald A. 2011)

Los frutos presentan diferencias que van desde el color, el tamaño y la astringencia, hasta la dureza de la semilla y el contenido en zumo. La Punica granatum es cada vez más popular en diferentes piases como Corea y América Latina por sus beneficios y su rico sabor (Libro Maryn Cox). Medicinalmente, se usan diversas partes de la fruta para varias enfermedades: su bajo aporte calórico la hace un elemento apropiado en regímenes de adelgazamiento y para aquellas personas que sufren de sobrepeso y diabetes. Por su elevada capacidad en potasio es indicada para hacer que el sistema muscular y nervioso funcione apropiadamente, ya que el potasio interviene en las trasmisiones nerviosas y en la regulación del equilibrio hídrico de las células. De igual manera, por sus altos contenidos en vitamina A, tiene beneficios regeneradores y restauradores de mucosas y tejidos, como también es considerada anticancerígena, y muy buena para conservar la retina y visión en general, en perfectas condiciones.

(Editorial diesel. 2010)

Figura 1. La granada

2.2.1.1 Beneficios de la granada

En la medicina tradicional de la India se utiliza las diferentes partes de la fruta para diferentes aplicaciones: La piel de la fruta y la corteza del tronco, se emplean para eliminar parásitos como la tenía o también como astringente en caso de diarrea. Las semillas y el zumo se emplean en gárgaras, como protector cardiovascular contra el colesterol, el zumo se aplica como preventivo de problemas oculares. (JOHARI, 1996). La piel de la fruta, la corteza del árbol y las flores, se emplean como antihemorrágicos y vasoconstrictor; también como tónico para la piel y para disminuir las manchas de esta. El consumo directo de semillas o el uso como supositorio vaginal de la piel del fruto y la corteza del tronco se utiliza como abortivo y para no quedarse embarazada antiguamente en algunas zonas de la India. (JOHARI, 1996)

La granada es posiblemente eficaz contra el cáncer de próstata, la diabetes, y la enfermedad del linfoma, tiene beneficio en el tratamiento de cáncer de mama, ayuda a mantener la presión arterial correcta, útil en el tratamiento de problemas de fertilidad ayuda a mantener una piel sana suave, útil en las fiebres, puede reducir la inflamación de la artritis disminuyendo las enzimas que descomponen el cartílago (Dr. Mercola). El jugo de Granada demostró poseer una altísima capacidad para disminuir la oxidación del LDL colesterol bajando el riesgo de arteriosclerosis y un efecto muy importante en los procesos de estrés oxidativo de los macrófagos células del sistema inmunológico.

Es capaz de inhibir las enzimas que descomponen el cartílago, lo que reduce drásticamente las posibilidades de inflamación de los tejidos. De igual manera, tomada en extracto puede proteger la piel contra los efectos dañinos de los rayos UVA y UVB; además, es capaz de promover la regeneración de la dermis y de la epidermis (Dopp, Willrich y Rebbe, 2002). (DOPP, WILLRICH, & REBBE, 2002).

2.2.1.2 Composición química de la Granada

En la tabla 1 se presenta la composición nutricional de la granada

Tabla1

Composición nutricional de la granada

Nutriente	Unidad	Valor por cada 100 g
Energía	Kcal	80
Agua	g	80
Proteína	g	0,5
Grasa	g	0,1
Carbohidratos	g	17,8
Fibra	g	0,5
Cenizas	g	1,1

2.2.2. Frutas en almíbar

La conservación de las frutas en almíbar tiene como principio la reducción del agua disponible por la adición de azúcar. Las características de las frutas empleadas para la elaboración en almíbar que más influyen en el producto final son la composición, la textura, la forma y el tamaño de los trozos (Casp y Abril, 1999).

La inmersión de la fruta en el jarabe da lugar a fenómenos de transferencia de masa debido al equilibrio espontaneo generado entre los dos materiales. Las sustancias se transfieren del medio menos concentrado en soluto al más concentrado (ósmosis). El componente que sale en mayor cantidad es el agua seguida de ácidos, minerales, azúcares, pigmentos, etc.

También ocurre transferencia de masa del jarabe hacia la fruta que se produce de forma lenta en los primeros momentos de contacto permaneciendo constante a lo largo del periodo de almacenamiento (Nunes, 2007).

Estas migraciones están influenciadas por la permeabilidad de las paredes celulares, lo que depende de la especie, de la variedad y del área expuesta de la fruta, de los tamaños moleculares y de la fuerza iónica del jarabe. El incremento de la temperatura durante el tratamiento térmico combinado con una agitación acelera este efecto (Nunes, 2007). Las etapas importantes en la elaboración de frutas en almíbar son: las operaciones preliminares, el escaldado, la elaboración del almíbar, el llenado y el tratamiento térmico (Nunes, 2007).

2.2.2.1 Conservación de alimentos por concentración de azúcar y control de acidez

Para la conservación y elaboración de almíbares se aplican diferentes concentraciones de azúcares, adicionando grandes cantidades en el almíbar con el objetivo de endulzar las frutas. Esto aumenta la cantidad de sólidos solubles totales conocido y medido como Grados Brix (°Bx) (Chacon, 2006).

Con el propósito de conservar el producto, se controla el pH del agua, el cual normalmente esta entre 6.7 – 7.8; con la adición de ácido cítrico, el pH se baja a 3.5 en promedio, esto alarga la vida

útil del producto disminuyendo las posibilidades del crecimiento bacteriano (Chacon, 2006).

En un producto de alta concentración de azúcar es poco probable la presencia de bacteria, sin embargo los hongos y levaduras pueden crecer en estas condiciones, por lo que en algunos casos se utiliza Benzoato de Sodio para prevenirlos (Chacon, 2006)

2.2.3 Tratamiento térmico de alimentos

El tratamiento térmico se utiliza para describir el proceso de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento que se necesita para eliminar el riesgo de una posible enfermedad provocada por la ingestión de alimentos. Se expresa como una determinada condición de tiempo y temperatura que depende del microorganismo guía para el tratamiento, las características del alimento, la carga inicial de microorganismos, el tipo de envase y las condiciones de almacenamiento Michelis, (2008).

El tratamiento puede ser de pasteurización o esterilización, lo cual depende principalmente del pH del producto. Generalmente, el pH 4.6 es el parámetro que se utiliza para definir la severidad del tratamiento térmico. En alimentos con pH menor a 4.6 (alta acidez) se aplican tratamientos poco severos como la pasteurización. En alimentos con pH mayor a 4.6 (baja acidez), se aplican tratamientos severos como la esterilización. Elías C. Morales E. Garcia M., (2014).

El objetivo principal de un tratamiento térmico es lograr la estabilidad microbiológica y sensorial de un alimento durante su vida en anaquel, por lo que la cinética de inactivación térmica microbiana, es necesaria para el cálculo y evaluación de estos tratamientos térmicos Miranda-Zamora y Teixeira, (2012).

2.2.4 Principios básicos del procesamiento térmico de alimentos

2.2.4.1 Tiempo de reducción decimal o valor D

Es el tiempo de reducción decimal o tiempo necesario para destruir el 90% de los microorganismos. Este valor es numéricamente igual al número de minutos necesarios para que la curva de destrucción térmica atraviese un ciclo logarítmico (Figura 02). Matemáticamente mide la reducción decimal o la rapidez con que muere un microorganismo (Rosales, 2010). Cuando se citan valores D, es necesario añadir la temperatura y otros factores que afectan a la velocidad de destrucción microbiana. El valor D, así establecido, varía con la temperatura. Conforme la temperatura aumenta, los microorganismos son destruidos más rápidamente y el valor D disminuye (Footitt, 1995).

Para modelar la inactivación microbiológica, enzimática o la degradación de componentes termolábiles se emplea la ecuación general para el estudio cinético de reacciones.

$$\frac{-dN}{dt} = k \cdot N \qquad (1)$$

donde k es la constante de destrucción microbiana de primer orden. La unidad de k es [tiempo]$^{-1}$ y es independiente de la concentración de microorganismos. Integrando la ecuación 1 y empleando la siguiente condición inicial:

$$N = N_0 \quad a \quad t = 0 \tag{3}$$

obtenemos

$$\ln\left(\frac{N}{N_o}\right) = -k \cdot t \tag{4}$$

Transformando la ecuación 4 en logaritmo decimal obtenemos la siguiente expresión:

$$\log\left(\frac{N}{N_o}\right) = \frac{-k \cdot t}{2.303} \tag{5}$$

$$\text{o} \quad \log\left(\frac{N}{N_o}\right) = \frac{-t}{D} \tag{6}$$

donde *D* es definido como el "*tiempo de reducción decimal*" o "*valor D*", siendo este el tiempo de calentamiento, en minutos, necesario para lograr la destrucción del 90% de los microorganismos presentes (reducción del número de microorganismos por un factor de 10). Como se muestra en la Figura 2 el valor del parámetro *D* puede obtenerse mediante ensayos de resistencia microbiana, determinando el reciproco

negativo de la pendiente de la recta que resulta de graficar el log *N* vs. *t*. Vazquez M.(2007)

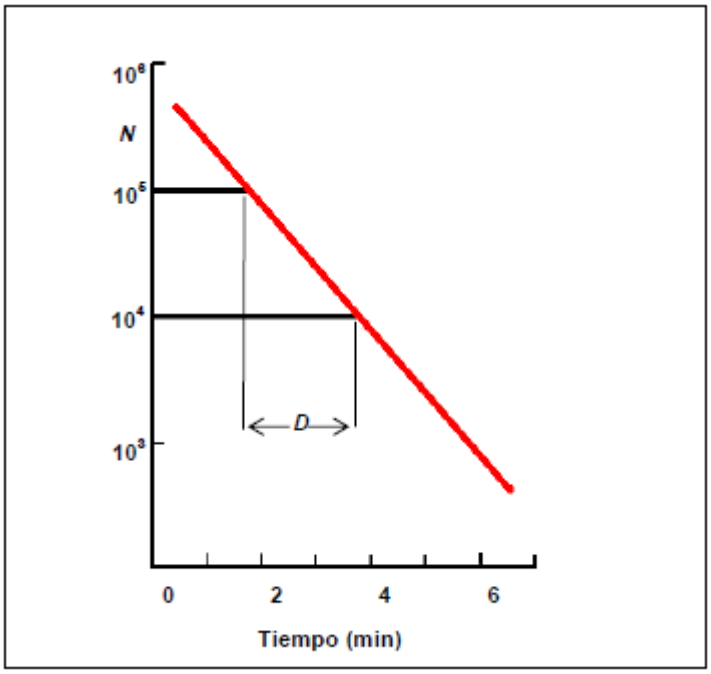


Figura 2. Variación del número de microorganismos con el tiempo a una temperatura de calentamiento constante.

2.2.4.2 Constante de muerte térmica o valor Z

En los trabajos de Bigelow (1921) y Bigelow y Esty(1920) se muestra una relación lineal entre el logaritmo del tiempo de reducción decimal para esporas y la temperatura (figura 3)

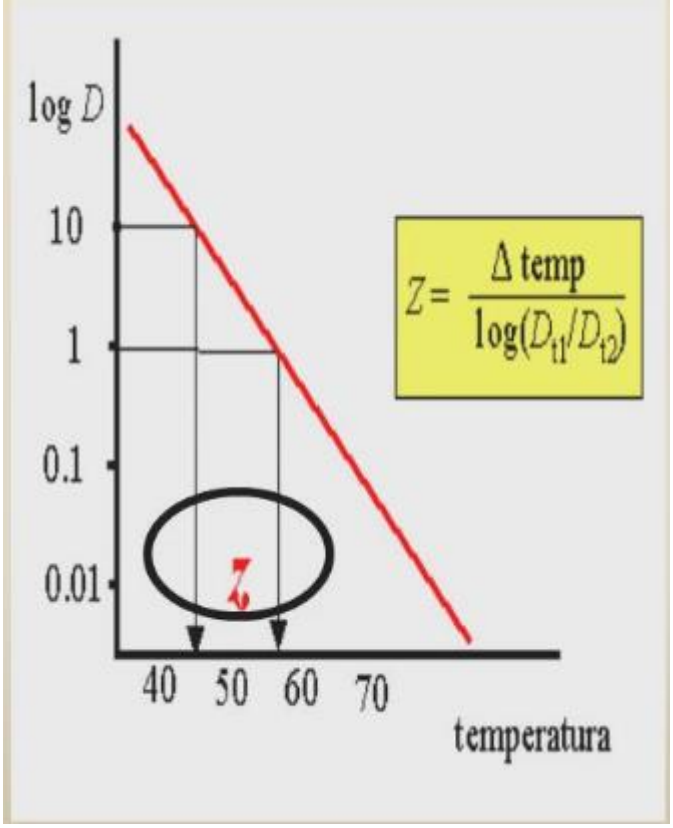


Figura 3. Curva de tiempo de muerte térmica mostrando la definición del valor Z

Por muchos años los tecnólogos en alimentos, especialmente los de la industria enlatadora, han seguido este modelo. Lewis y Heppell (2000).

El valor de Z puede ser definido como el número de grados que hay que aumentar para que la curva de muerte térmica disminuya un ciclo logarítmico al tiempo D. Ress y Bettison (1991).

Matemáticamente, el valor de la constante Z es expresada por la ecuación:

$$\log\left(\frac{D_1}{D_2}\right) = \frac{\left(T - T_{ref}\right)}{Z} \qquad (7)$$

Si el valor de *D* es medido a una temperatura de referencia este se denomina *Dref*, con lo cual la ecuación 7 puede redefinirse como:

$$\log\left(\frac{D}{D_{ref}}\right) = \frac{\left(T - T_{ref}\right)}{Z} \qquad (8)$$

donde la relación *D*/*Dref* es una medida de destrucción de microorganismos a una dada temperatura y se conoce como letalidad (*L*). Ress y Bettison (1991).

$$L = \frac{D}{D_{ref}} = 10^{\frac{\left(T - T_{ref}\right)}{Z}} \qquad (9)$$

2.2.4.3 Valor F

Una propiedad importante de la letalidad es que es aditiva, por lo que es posible cuantificar el proceso en todo el rango de temperaturas utilizado. El valor de letalidad integrado es conocido como *F*-valor

$$F = \int_0^t L\, dt \qquad (10)$$

$$F = \int_0^t 10^{\left(T - T_{ref}\right)}\, dt \qquad (11)$$

Para una temperatura constante *T*, el valor de *F* es igual al valor de *L t*; sin embargo, si la temperatura varía, como habitualmente sucede en procesos térmicos, es necesario el cálculo de la letalidad

integrada (*F*) (ecuación 11) (ver Figura 4). Para esto se requiere conocer la historia térmica en un punto determinado del producto, siendo este usualmente el de calentamiento más lento.

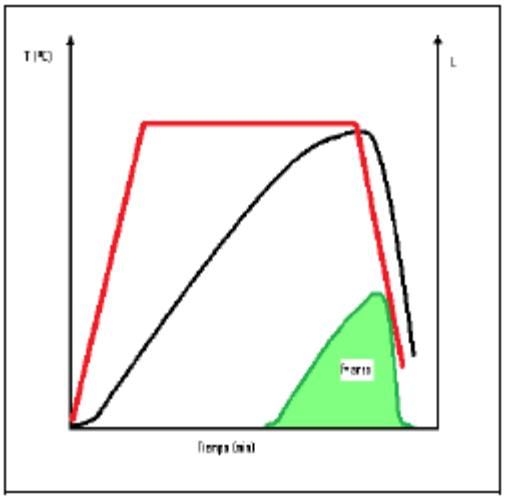


Figura 4. Variación de la temperatura y la letalidad con el tiempo

(-) Temperatura del autoclave (-) Temperatura del centro térmico (-) Letalidad.

El valor de *F* es específico para el microorganismo y la temperatura que se toman como referencia. En general para procesos de esterilización se considera al *Clostridium botulinum*, con un valor de *z* de 10°C y una temperatura de referencia de 121,1°C ($F_{121,1}^{10}$). El valor de *F* evaluado, con dichas temperaturas de referencia, se conoce como F_0. Por su parte en productos ácidos (pH<4,5) el *Clostridium botulinum* no puede desarrollarse, y por tal motivo, se consideran como microorganismos de referencia algunos hongos y levaduras los cuales requieren temperaturas menores para su destrucción térmica. Sharma (2005)

2.2.5 Pasteurización

La pasteurización, proceso térmico creado por Pasteur en 1864, tiene como objetivo el exterminio parcial de la flora banal y la eliminación total de la flora microbiana patógena, además de inactivar enzimas perjudiciales. Es un tratamiento térmico relativamente suave (temperaturas generalmente inferiores a 100 ºC), que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días o meses (Fellows, 2000).

El calentamiento de los alimentos se puede llevar a cabo con vapor, con agua caliente, con calor seco, o con corrientes eléctricas, y se enfrían inmediatamente después de haber sido sometidos al tratamiento térmico (Frazier, 1993).

2.2.6 Métodos de evaluación del proceso térmico

El método utilizado para la obtención del valor F (efecto esterilizado) fue el método de Bigelow que se aplica para conservas en general.

2.2.6.1 Método general (Bigelow)

Está basado en el punto más frio de un envase que para cada temperatura existe un efecto letal. Si el punto más frio del envase es estéril, todos los demás puntos se encuentran estéril.

Los efectos letales tienen efecto acumulativo con respecto al tiempo de forma tal que la sumatoria dará el valor esterilizante.

Para pasteurización se utiliza la siguiente ecuación

$$F_p = \int_0^t 10^{-\left(\frac{TR-T}{z}\right)} dt$$

Donde :

TR = Temperatura de referencia (93.3 º C)

T = temperatura en el punto más frio del envase

Z = Para pasteurización 8.89 ºC

$$F_p = \int_0^t 10^{-\left(\frac{250-T}{18}\right)} dt \qquad F_p = \int_0^t 10^{-\left(\frac{121.1-T}{10}\right)} dt$$

$$F_p = f(T, t) \qquad (12)$$

Ecuación ordinaria de 1er orden con tres variables se resuelve empleando métodos numéricos y teniendo como datos experimentales la historia tiempo vs temperatura en el punto más frio del envase.

2.2.7 Análisis sensorial de alimentos

La evaluación sensorial fue definida por Stone y Sidel (1993) como una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar aquellas respuestas a los productos que son percibidas

por los sentidos de la vista, olfato, tacto, gusto y oído, lo cual implica que agrupa todos los sentidos, involucra acciones interdisciplinarias como la psicología, tecnología de alimentos, estadística y sociología y permite establecer un vínculo entre las compañías productoras de alimentos y el mercado mediante la interpretación de resultados. Zuluaga A. N (2017)

Los humanos has usado los sentidos para evaluar alimentos desde hace cientos de años con el fin de lograr una alimentación agradable. Desde el año 1312 se documenta que en Francia existía la Asociación de Gourmets – Catadores y de igual forma se reportan documentos franceses del año de 1793 en los cuales se hace referencias al "degustador" como la persona cuyo trabajo era catar el vino para definir su calidad y fijar un precio justo de comercialización (Sancho, Bota, de Castro, 1999). Para los años de 1800, se data el primer registro de una escala sensorial data de la marina británica, quienes utilizaban una escala diseñada específicamente para categorizar el viento y se tomaban 12 puntos que abarcaban desde situaciones de calma hasta huracanes (Berigûete, 2015).

2.2.7.1 Propiedades sensoriales

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaría la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura.

a) El olor

El olor es detectado cuando las sustancias químicas volátiles presentes en los productos entran por el conducto nasal y son percibidos por el sistema olfatorio. La cantidad de sustancias volátiles que se perciben se ve afectada tanto por la temperatura como por la naturaleza del alimento. Uno de los mayores retos de los jueces sensoriales es la expresión de las sensaciones olfatorias en términos claros e identificables, para lo cual existen listados internacionales y estandarizados sobre terminología de olores con los cuales deben ser entrenados los jueces sensoriales. Zuloaga N (2017).

b) El sabor.

El sabor hace referencia a una serie de propiedades olfativas y gustativas, es decir, engloba todas las informaciones recogidas cuando el alimento está en la boca, de los cuales no forma parte el olor. Con base en lo anterior, el sabor abarca el sabor, aroma, sensaciones trigeminales, gusto residual y persistencia global. El aroma se define como la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo por vía retronasal durante la degustación; es un estímulo recibido por la nube gaseosa aromática liberada por la masticación y por la respiración, que lo guía hacia el interior de la nariz.

El sabor se refiere a la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua) cuando se le estimula con sustancias solubles; en análisis

sensorial se evalúa la presencia del sabor dulce, salado, ácido, amargo. Zuloaga N (2017).

c) La textura.

La textura es un atributo que puede ser percibido tanto por la piel y los músculos del cuerpo como por receptores ubicados en la boca y se define como toda propiedad mecánica, geométrica y de superficie perceptible por medio de receptores mecánicos, táctiles y en algunos casos visuales o auditivos. En razón de lo anterior, este atributo se describe en función de sus características mecánicas según la dureza, cohesividad, viscosidad, elasticidad y adhesividad; geométricas relacionadas con el tamaño, forma y disposición de las partículas dentro del producto y las relacionadas con su contenido de grasa y humedad que determinan las propiedades de superficie. . Zuloaga N (2017).

d) Apariencia

La apariencia se define con las características que acompañan todas las impresiones sensoriales visuales perceptibles de un alimento que agrupan atributos como el color, tamaño y forma, textura superficial, grado de claridad u opacidad, grado de efervescencia, entre otros (Meilgard, Vance, Carr, 2007). El color es la percepción visual resultante de la estimulación de la retina por la luz y en los alimentos es uno de los primeros atributos que se tienen en cuenta para la evaluación de calidad debido a que el deterioro de los productos usualmente se acompaña de cambios en el color; es

importante que, en el momento de evaluar dicha característica de apariencia, se estandaricen los métodos de evaluación para evitar interferencia relacionada con la luz y el ángulo del observador.

En cuanto al tamaño y la forma, se tiene en cuenta las dimensiones de largo, ancho de la pieza, el tamaño de las partículas que componen el alimento, la forma geométrica que posee y la distribución de las piezas que lo conforman. La textura de la superficie se refiere a identificar si el producto es liso o rugoso, si se observa seco o húmedo o si tiene corteza. Para evaluar la claridad se tiene en cuenta si el producto se ve opaco, la presencia de partículas de tamaño visible o si hay separación de fases, y la gasificación se evalúa en bebidas carbonatadas con el fin de determinar el grado de efervescencia (Meilgard, Vance, Carr, 2007).

2.2.7.2 Pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales están clasificadas en tres tipos: pruebas afectivas, pruebas discriminativas, pruebas descriptivas. Se incidirá más en la descripción de las pruebas a usarse.

Pruebas afectivas

Este tipo de ensayos buscan que el panelista exprese el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, y

usualmente se utilizan escalas para la calificación de las muestras. En cuanto a las pruebas afectivas se pueden clasificar en pruebas de aceptabilidad en las cuales el evaluador informa el grado de satisfacción que tiene frente a la muestra y las respuestas pueden ir desde me disgusta muchísimo hasta me gusta muchísimo según el diseño de la escala; y en pruebas de preferencia en las que se indaga al panelista sobre cuál de las muestras prefiere, por lo que se requiere de la presentación de más de un ejemplar.

A continuación se define algunas de las pruebas que pertenecen a tipo afectivas:

a. Pruebas de aceptación

Según Elías et al. (1992) las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo).

b. Pruebas de preferencia

De acuerdo a Elías et al. (1992) las pruebas de preferencia permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen

preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia.

c. Pruebas escalares

De acuerdo a Espinoza (2007) las pruebas escalares de tipo afectiva son las que se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, esto es en qué medida el mismo gusta o no. Estas pruebas tienen gran aplicación práctica, de manera general son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación, etc.

- Escala hedónica: Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia. Por ejemplo en la figura 5 se muestra una escala hedónica fácil, muy comúnmente utilizada cuando se emplean consumidores de bajo nivel cultural, en poblaciones rurales analfabetas o en las pruebas realizadas con poblaciones infantiles a los cuales se les dificulta la comprensión de escalas verbales.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Granada

La granada *(Punica Granatum)* es la fruta carnosa del granado, árbol que se desarrolla en zonas tropicales y subtropicales.. Presenta una corteza gruesa de color pardo anaranjado, en cuyo interior aparecen múltiples semillas rojas separadas por tabiques membranosos. Estas semillas están embebidas de una pulpa jugosa, refrescante y de sabor agridulce. Hogarmania (2018)

2.3.2 Conserva alimenticia

Conserva alimenticia es el resultado del proceso de manipulación de los alimentos de tal forma que sea posible preservarlos en las mejores condiciones posibles durante un largo periodo de tiempo. Rodríguez (2007)

2.3.5 Pasteurización

La pasteurización es el procedimiento que consiste en someter un alimento a una temperatura máxima de 100 º C, con el objeto de la reducción de los elementos patógenos, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc que puedan existir. El proceso recibe el nombre en honor de su descubridor, el científico francés Louis Pasteur (1822-1895). Ecured (2018).

2.3.6 Valor D

El valor D ó tiempo de reducción decimal, se define como el tiempo necesario a una temperatura dada para reducir en un ciclo

logarítmico una población bacteriana, esto es el 90 %. Rodríguez (2007)

2.3.7 Valor Z

Es el número de grados de temperatura durante los cuales se reduce en un ciclo logarítmico la carga bacteriana inicial. Los microorganismos más resistentes presentan un mayor valor de *Z.*

$Z = (T_1 - T_2) / (\log D_2 - \log D_1)$ Rodriguez (2007)

2.3.8 Valor F

El valor *F* expresa el efecto letal integrado de un tratamiento térmico expresado en minutos a una temperatura que se indica por medio de un subíndice. En las esporas, Z suele tener un valor en torno a 10°C y al $F_{121°C}$ determinado utilizando este valor se le denomina Fo. Rodríguez (2007)

III. ASPECTO METODOLOGICO

3.1 Método para determinar la historia tiempo vs Temperatura en el punto más frío del envase

Para determinar la historia tiempo y temperatura en el punto más frio de la conserva se utilizó un termómetro digital, se perforo la tapa en el centro, se adiciono la naranja y almíbar, sellando manualmente la tapa conteniendo el termómetro, y se tomó la medición de la temperatura minuto a minuto.

Figura 5. Control de la temperatura durante la pasteurización

3.2. Método para determinar el F del proceso térmico

Para la determinación de la evaluación del proceso térmico (Efecto letal de muerte térmica) se utilizó la Ecuación de Bigelow y el método del trapecio para calcular el valor F

$$L = 10^{\frac{-(Tref-T)}{z}} \quad (13)$$

En donde:

L = Valor letal o letalidad

T = Cada una de las temperaturas registradas durante el calentamiento y enfriamiento del producto.

T_{ref} = Temperatura de referencia

Por lo tanto el valor F_{proc}(F de proceso) será:

$$F_{proc} = \int_0^t L\,dt = \int_0^t 10^{\frac{-(T_{ref}-T)}{z}}\,dt = \sum_{t=0}^{t} 10^{\frac{-(T_{ref}-T)}{z}} \cdot dt \qquad (14)$$

Donde:

T_{ref} = 93,3 ºC

Z = 8.89 ºC

3.2.1. Métodos Numéricos para resolver la Ecuación anterior

Método del Trapecio

$$F_p = \Delta t \cdot \left(\frac{L_{T_1}}{2} + L_{T_2} + L_{T_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots L_{T_{n-1}} + \frac{L_{T_n}}{2} \right) \qquad (15)$$

$$F_p' = \Delta t \left(\frac{L_{T_1}}{2} + L_{T_2} + \frac{L_{T_3}}{2} \right) \qquad (16)$$

Método de Simpson

$$Fp = \frac{\Delta t}{3} \cdot \left(LT_1 + 4Lt_2 + 2LT_3 + \ldots\ldots\ldots 4T_{n-1} + LT_n \right) \qquad (17)$$

$$Fp' = \frac{\Delta t}{3} \cdot \left(LT_1 + 4Lt_2 + LT_3 \right) \qquad (18)$$

3.3. Método para la evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial de la conserva de granada se utilizó la escala hedónica de 7 puntos

La escala se presenta en la tabla 2

Tabla 2

Escala hedónica de 7 puntos

Nombre	Numero
Me gusta extremadamente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta ligeramente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

IV MATERIALES Y METODOS

Lugar de ejecución: Laboratorio de Ingeniería de alimentos

4.1 Materiales

Materia Prima:

- ✓ **Granada**

Insumos

- ✓ **Azúcar blanca**
- ✓ **Agua**
- ✓ **Ácido cítrico**
- ✓ **Sorbato de potasio**

Materiales

- Cuchillos de acero pelador hoja curva de 6 cm
- Tina de plástico de 20 litros
- Ollas de 6 litros
- Envases de vidrio para 425 gramos

Equipos e instrumentos:

- Cocina a gas
- Refractómetro
- Medidor de pH digital
- Balanza

4.2 Elaboración de la conserva de granada

4.2.1 Materia prima

Se utilizó como materia prima la granada que se adquirió en los mercados de Ica

4.2.2 Lavado

La granada fue lavada con agua a 10 ppm de hipoclorito de sodio para eliminar polvos impurezas, suciedad y desinfectar la fruta

4.2.3 Pelado y desgranado

Primero se seleccionó la fruta sana que no presentaran golpes, magulladuras, con la finalidad de obtener un producto de buena calidad y se procedió a pelarlo y desgranarlo .

Figura 6. Granada pelada y desgranada

4.2.4 Preparación del almíbar

Se procedió a la preparación del almíbar, ensayándose con tres proporciones

Formulación 1 para un envase de 370 ml

Agua = 92.5 ml

Azúcar = 12.5 g

Grados Brix = 12

Formulación 2 para un envase 370 ml

Agua = 78.75 ml

Azúcar = 26.25 g

Grados Brix = 20

Formulación C para un envase de 370 ml

Agua = 59.95 ml

Azúcar = 45.05 g

Grados Brix = 30

En primer lugar se midió mediante probeta el agua, se llevó a cocción hasta 100°C, se agregó el azúcar, se agito hasta disolver todo el azúcar y se agregó el conservante. El tiempo empleado fue de 10 a 15 minutos.

4.2.5 Envasado y sellado

La frutas fueron colocados en los envases y pesados (315g) se agregó el líquido de gobierno (105 ml) entre 80 y 90°C , dejando un espacio de cabeza de 1 cm.

Finalmente se procedió al sellado que consiste en girar las tapas Bull manualmente en cada envase, teniendo cuidado que coja cada cuña que lleva la boca del envase.

Figura 7. Envasado de la conserva de granada

4.2.6 Pasteurizado

El pasteurizado consistió en llevar los envases al proceso de pasteurizado a 100 °C por un tiempo de 20 minutos

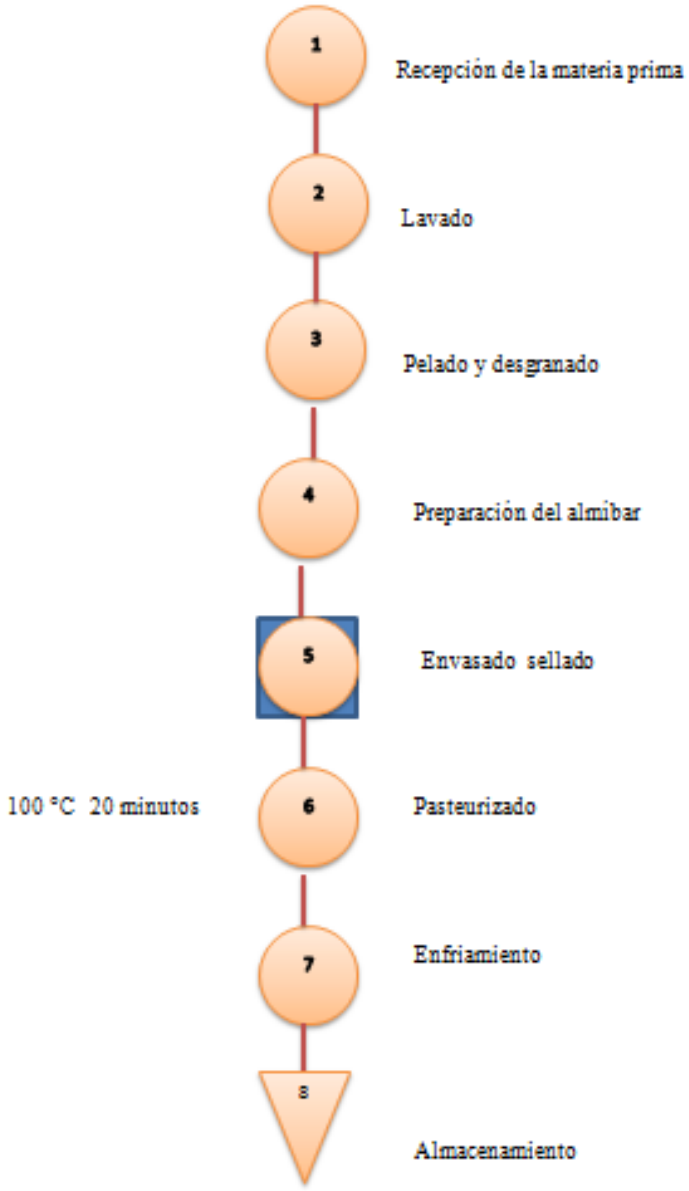
4.2.7 Enfriamiento

En esta etapa se procede a enfriar los envases en agua clorada para producir un choque térmico que complementa la destrucción de los microorganismos

4.2.8 Almacenamiento

El producto terminado se almaceno en un lugar fresco, evitando la exposición a los rayos solares

4.3 Diagrama de flujo para la elaboración de granada en almíbar



4.4 Tiempo de proceso térmico para la conserva de Granada

Se evalúo mediante el método General mejorado, con el objetivo de determinar los datos de tiempo y temperaturas letales para el microorganismo el procedimiento es el siguiente:

A. Se obtuvieron los datos de la historia tiempo vs temperatura en el punto más frío del envase , con la ayuda de un termómetro digital y un cronometro-

B. Calcular los efectos letales

C. Calcular el F del proceso con el método del trapecio o el de Simpson

4.5 Evaluación sensorial de la conserva de granada

Para la evaluación sensorial de la conserva de granada se utilizó un panel no entrenado de 30 jueces y la escala hedónica de 7 puntos

Así mismo también se empleó la prueba de Fisher para bloques la prueba de Duncan, y la prueba de medias t student

V. RESULTADOS

5.1. Formulaciones de la conserva de granada

En las tablas 3,4 y 5 se muestran las formulaciones para las conservas de granada con diferentes concentraciones de almíbar

Tabla 3

Muestra 303 (12 brix) para la conserva de granada

Componente	Peso(gramos)
Granada	220,00
Liquido de gobierno	
Azúcar	17,00
Agua	123,00
Sorbato de potasio	0,72
Acido cítrico	0,28

Tabla 4

Muestra 202 (20 brix) para la conserva de granada

Componente	Peso(gramos)
Granada	220,00
Liquido de gobierno	
Azúcar	28,00
Agua	112,00
Sorbato de potasio	0,72
Ácido cítrico	0,28

Tabla 5

Muestra 101 (30 Brix) para la conserva de Granada

Componente	Peso(gramos)
Granada	220,00
Liquido de gobierno	
Azúcar	42,00
Agua	98,00
Sorbato de potasio	0,72
Ácido cítrico	0.28

5.2. Evaluación de penetración de calor para la conserva de granada

Los datos de penetración de calor se obtuvieron experimentalmente utilizando un termómetro digital colocado en el centro geométrico del envase, en baño María a 95° C tomando la variación de temperatura minuto a minuto.

En la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos, y en la Figura 10 se muestra la curva de penetración de calor

Tabla 6

Datos experimentales de penetración de calor

Tiempo de Proceso (min)	Temperatura en el punto más frio (°C)	Tiempo de Proceso (min)	Temperatura en el punto más frio (°C)
0	70.8	21	88.3
1	71.3	22	86.2
2	72.9	23	80.9
3	74.6	24	76.4
4	76.4	25	70.3
5	78.1	26	64.4
6	81.8	27	58.8
7	83.3	28	52.2
8	84.4	29	49.5
9	85.3	30	47.2
10	86.0	31	42.1
11	87.1		
12	88.3		
13	89.4		
14	89.6		
15	89.7		
16	90.0		
17	90.1		
18	90.2		
19	90.2		
20	90.3		

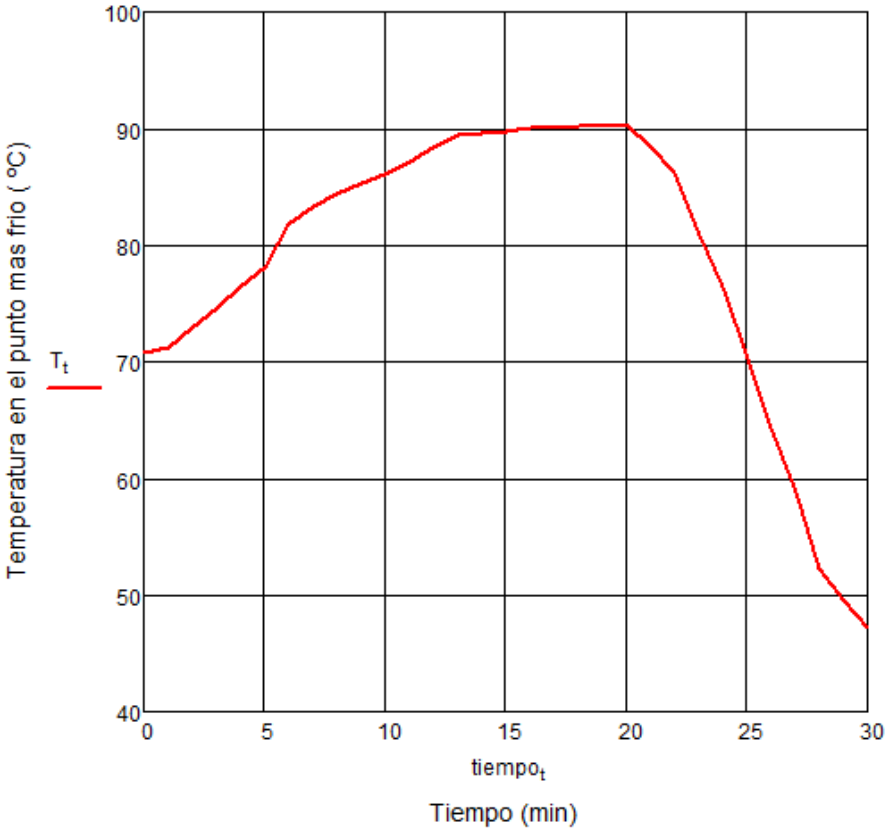


Figura 8. Curva de penetración del calor

Fuente: Elaboración propia

Para los cálculos de los efectos letales se utilizó la ecuación de Bigelow, los datos se presentan en la tabla 7

Ecuación 1:

$$LT_i := 10^{\frac{-(93.3 - Tpmf_i)}{8.9}}$$

Tabla 7

Efectos letales calculados con la ecuación de Bigelow

Tiempo de Proceso (min)	Temperatura en el punto más frio (°C)	LT
0	70.8	0.0029
1	71.3	0.0034
2	72.9	0.0051
3	74.6	0.0079
4	76.4	0.0126
5	78.1	0.0195
6	81.8	0.0509
7	83.3	0.0750
8	84.4	0.0997
9	85.3	0.1259
10	86.0	0.1510
11	87.1	0.2007
12	88.3	0.3642
13	88.4	0.3835
14	89.6	0.3936
15	89.7	0.4254
16	90.0	0.4366
17	90.1	0.4480
18	90.2	0.4480
19	90.2	0.4480
20	90.3	0.4590
21	88.3	0.2739
22	86.2	0.1590
23	80.9	0.0403
24	76.4	0.0126
25	70.3	0.0026

En la tabla 7 se presentan los datos obtenidos de la ecuación de Bigelow donde se indican los efectos letales en función del tiempo, para pasteurización la temperatura mínima que se considera es 70°C, los valores del efecto esterilizante a menores temperaturas es bajo por lo que no se considera en los cálculos.

Cálculo del valor F empleando la ecuación

$$F_p := \frac{LT_0}{2} + \sum_{i=1}^{24} LT_i + \frac{LT_{25}}{2}$$

$$F_p = 4.873$$

La curva de letalidad fue calculada por el método de Simpson

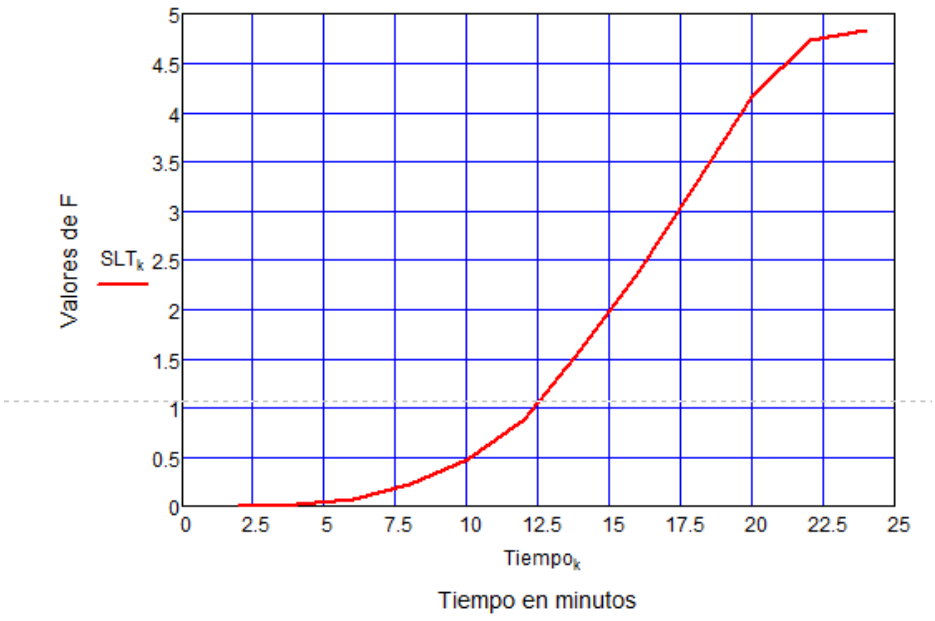


Figura 9. Curva de letalidad

Fuente: Elaboración propia

5.3 Resultados del Análisis sensorial

Para la evaluación sensorial se contó con la participación de 30 jueces no entrenados, las muestras fueron codificadas de la siguiente manera : muestra 101 (30° Brix), muestra 202 (20° Brix) y muestra 303 (12° Brix

A continuación en la tabla 7 se presentan los promedios de las tres características analizadas: olor, color, sabor y textura

Tabla 8

Aceptación general de la conserva de granada

JUECES	CODIGO	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	PROMEDIO
	101	6	6	6	5	5,75
1	202	5	5	5	6	5,25
	303	5	4	5	6	5,00
	101	6	6	5	6	5,75
2	202	5	5	6	6	5,50
	303	3	4	3	6	4,00
	101	6	6	7	6	6,25
3	202	5	5	6	5	5,25
	303	4	5	5	4	4,50
	101	6	6	7	6	6,25
4	202	5	5	4	5	4,75
	303	5	4	5	4	4,50
	101	7	6	6	7	6,50
5	202	6	5	5	6	5,50
	303	5	4	6	6	5,25
	101	5	7	6	6	6,00
6	202	4	4	4	5	4,25
	303	4	4	4	3	3,75
	101	6	6	7	7	6,50
7	202	6	5	6	7	6,00
	303	4	4	5	4	4,25
	101	6	6	6	6	6,00
8	202	6	6	3	3	4,50
	303	5	4	4	3	4,00
	101	6	5	6	6	5,75
9	202	5	5	3	5	4,50
	303	4	4	4	4	4,00
	101	6	6	7	6	6,25
10	202	6	5	6	7	6,00
	303	4	3	4	4	3,75
	101	6	6	7	6	6,25
11	202	5	5	6	5	5,25
	303	4	4	4	5	4,25

Tabla 8 (continuación)

Aceptación general de la conserva de granada

JUECES	CODIGO	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	PROMEDIO
	101	6	6	6	6	6,00
12	202	5	5	6	5	5,25
	303	3	4	4	4	3,75
	101	7	5	7	6	6,25
13	202	5	5	5	4	4,75
	303	3	4	4	4	3,75
	101	5	6	7	7	6,25
14	202	4	5	5	5	4,75
	303	4	4	5	5	4,50
	101	6	6	7	6	6,25
15	202	5	5	4	4	4,50
	303	4	4	5	5	4,50
	101	5	6	5	7	5,75
16	202	5	4	6	6	5,25
	303	5	4	4	4	4,25
	101	6	7	7	6	6,50
17	202	6	5	5	5	5,25
	303	4	4	5	4	4,25
	101	6	7	6	6	6,25
18	202	6	5	5	5	5,25
	303	4	5	5	4	4,50
	101	5	7	6	7	6,25
19	202	5	5	6	5	5,25
	303	5	5	5	5	5,00
	101	6	6	7	6	6,25
20	202	5	5	5	5	5,00
	303	5	4	5	5	4,75
	101	7	6	7	6	6,50
21	202	5	5	5	5	5,00
	303	4	4	5	6	4,75
	101	6	6	6	6	6,00
22	202	4	5	5	5	4,75
	303	5	4	5	6	5,00
	101	7	5	6	6	6,00
23	202	5	5	5	6	5,25
	303	5	5	4	6	5,00

Tabla 8 (continuación)

Aceptación general de la conserva de granada

JUECES	CODIGO	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	PROMEDIO
	101	6	6	7	6	6,25
24	202	4	5	5	5	4,75
	303	5	4	4	5	4,50
	101	6	7	7	6	6,50
25	202	6	5	4	5	5,00
	303	4	4	4	6	4,50
	101	6	6	6	6	6,00
26	202	5	5	5	5	5,00
	303	5	4	4	6	4,75
	101	6	7	7	6	6,50
27	202	4	5	5	5	4,75
	303	5	4	4	4	4,25
	101	6	6	7	7	6,50
28	202	5	5	5	5	5,00
	303	5	4	6	4	4,75
	101	7	6	7	6	6,50
29	202	4	6	5	5	5,00
	303	4	4	6	5	4,75
	101	6	7	7	7	6,75
30	202	4	5	5	5	4,75
	303	5	4	5	4	4,50

5.3.1 Evaluación estadística de la conserva de granada(Muestras 101, 202 y 303)

Para la evaluación estadística se realizó la prueba de Fisher, la prueba de Duncan y la prueba de la diferencia de medias,

Los cálculos fueron realizados en base a los promedios de las calificaciones de los jueces consumidores se presentan en la tabla 9

Tabla 9

Promedios de las calificaciones de los jueces consumidores para el análisis sensorial de la conserva de granada

Jueces	Muestra 101	Muestra 202	Muestra 303	Total
1	5,75	5,25	5,00	16,00
2	5,75	5,50	4,00	15,25
3	6,25	5,25	4,50	16,00
4	6,25	4,75	4,50	15,50
5	6,50	5,50	5,25	17,25
6	6,00	4,25	3,75	14,00
7	6,50	6,00	4,25	16,75
8	6,00	4,50	4,00	14,50
9	5,75	4,50	4,00	14,25
10	6,25	6,00	3,75	16,00
11	6,25	5,25	4,25	15,75
12	6,00	5,25	3,75	15,00
13	6,25	4,75	3,75	14,75
14	6,25	4,75	4,50	15,50
15	6,25	4,50	4,50	15,25
16	5,75	5,25	4,25	15,25
17	6,50	5,25	4,25	16,00
18	6,25	5,25	4,50	16,00
19	6,25	5,25	5,00	16,50
20	6,25	5,00	4,75	16,00
21	6,50	5,00	4,75	16,25
22	6,00	4,75	5,00	15,75
23	6,00	5,25	5,00	16,25
24	6,25	4,75	4,50	15,50
25	6,50	5,00	4,50	16,00
26	6,00	5,00	4,75	15,75
27	6,50	4,75	4,25	15,50
28	6,50	5,00	4,75	16,25
29	6,50	5,00	4,75	16,25
30	6,75	4,75	4,50	16,00
Total	186,50	151,25	133,25	471,00

5.3.2 Prueba de Fisher

La prueba de Fisher se realizó a las tres muestras de la conserva a, y a la puntuación de los 30 jueces no entrenados seleccionados, a continuación se presentan los resultados obtenidos con la prueba de Fisher

Hipótesis

H_o: Todas las muestras de la conserva de granada tienen la misma aceptación de los jueces consumidores

H_1 : Al menos una muestra de la conserva de granada tiene una aceptación diferente de los jueces consumidores

H_o: La puntuación de los jueces son iguales

H_1 : Al menos un juez tiene puntuación diferente

Nivel de significación

$\alpha := 0.05$

Estadística

Estadística para los tratamientos (Muestras)

$$F_{CT} = \frac{CMTR}{CMR}$$

Estadística para los jueces

$$F_{CJueces} = \frac{CMJueces}{CMR}$$

Donde :

CMTR = Cuadrado medio de los tratamientos

CMJueces = Cuadrado medios de los jueces

Región critica

F de tabla para los tratamientos

F_{tabla} = 3.156

F de tabla para los jueces

F_{tabla} = 1.663

Cálculos

Los cálculos realizados para la prueba de Fisher se presentan en la tabla 10 de ANVA para el Diseño bloque completamente al azar

Tabla 10

ANVA para el diseño bloque completamente al al azar para la conserva de granada

Fuente de variabilidad	S.C.	G.L	C.M	Fc	Ftabla
Tratamientos	48,912	2	24,456	201,31	3,156
Jueces	4,892	29	0,169	1,389	1,663
Residuo	7,046	58	0,121		
Total	60,850	89			

Decisión de la Prueba de Fisher

Para las muestras

Dado que F_{CT} = 201.313 >F_{tabla} = 3.156 Se rechaza Ho

Para la puntuación de los jueces

Dado que $F_{cJueces} = 1.389 < F_{tabla} = 1.663$ Se acepta Ho

Conclusión de la Prueba de Fisher

Para las muestras

De acuerdo al análisis sensorial a un nivel de significación de 0.05 se puede concluir que existe diferencia significativa entre las muestras de las conservas de granada

Para la puntuación de los jueces

Se concluye que no existe diferencia significativa entre la puntuación de los jueces.

5.3.3 Prueba de Duncan para las muestras de conservas de granada

La prueba de Duncan se realizó dado que entre las muestras existía diferencia significativa, a continuación se presentan los resultados obtenidos

Hipótesis

$\mathbf{Ho}: \quad {}^{x}M101 = {}^{x}M202$

$\mathbf{H_1}: \quad {}^{x}M101 \neq {}^{x}M202$

$\mathbf{Ho}: \quad {}^{x}M101 = {}^{x}M303$

$\mathbf{H_1}: \quad {}^{x}M101 \neq {}^{x}M303$

$\mathbf{Ho}: \quad {}^{x}M202 = {}^{x}M303$

$\mathbf{H_1}: \quad {}^{x}M202 \neq {}^{x}M303$

Nivel de significación

$\alpha := 0.05$

Determinación de la desviación estándar de los promedios

$$\delta x := \sqrt{\frac{CM_{Residuo}}{r}} \qquad \delta x = 0.064$$

Valores tabulares de amplitud AES(D) y ALS(D)

α = 0.05 GLRES = 38 P=2,3 (tratamientos)

	Valores de p	
	2	3
AES(D)	2,833	2,983
	0,064	
ALS(D)	0,181	0,191

AES(D) = Amplitud estudiantizada de Duncan

ALS(D) = Amplitud limite de significación de Duncan

Ordenando los promedios de las muestras

I	II	III
4.442	5.042	6.217
M303	M202	M101

Comparación y decisión

Comparación	Diferencia	ALS(D)	Decisión
III - I	6.217 - 4.442 = 1.775	0.191	*Se rechaza H_o*
III - II	6.217 – 5.042 = 1.175	0.181	*Se rechaza H_o*
II - I	5.042 – 4.442 = 0.600	0.181	*Se rechaza H_o*

Conclusión de la prueba de Duncan

Se concluye que existe diferencia significativa entre las muestras M101, M202 y M303

5.3.4 Prueba de medias

La prueba de medias se realiza entre las muestras que presentaron mayor puntuación para determinar la muestra que tiene las mejores características.

Hipótesis

$H_o : \mu_{M101} = \mu_{M202}$

$H_o : \mu_{M101} > \mu_{M202}$

Nivel de significación

$\alpha = 0.05$

Estadística

$$T = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{Var_c}{n_1} + \frac{Var_c}{n_2}}} \qquad n_1 := 30 \qquad n_2 := 30$$

$var_{M101} = 0.072$ $var_{M202} = 0.164$

$$Var_c := \frac{(30 - 1)\cdot var_{M101} + (30 - 1)\cdot var_{M202}}{n_1 + n_2 - 2}$$

$Var_c = 0.118$

ES = Error Standar

$$ES := \sqrt{\frac{Var_c}{n_1} + \frac{Var_c}{n_2}} \qquad ES = 0.089$$

$mean(M101) = 6.217$ $mean(202) = 202$

$$t_k := \frac{mean(M101) - mean(M202)}{ES} \qquad t_k = 13.24$$

Valor del criterio

$\alpha := 0.05$ $\nu := 60 - 1$ $\nu = 59$

$$T_{tabla} := \left| qt\left(\frac{\alpha}{2}, \nu\right) \right| \qquad T_{tabla} = 2.001$$

Decisión

Dado que $t_k = 13.24 > T_{tabla} = 2.001$ Se rechaza Ho

Conclusión

Se concluye a un nivel de significación del 5%, que la muestra M101 tiene mayor aceptación que la muestra M202 y M303

5.4 Resultados del análisis microbiológico

De acuerdo al análisis realizado por el laboratorio BioLab ubicada en la ciudad de Ica la conserva de granada en almíbar es estéril comercialmente

VI CONCLUSIONES

De la Investigación realizada se deducen las siguientes conclusiones

La formulación optima de la conserva de granada fue: granada 220 g, azúcar 42 g., agua 98 ml y 0.72 g de sorbato de potasio

El tiempo ideal para el tratamiento térmico fue de 20 minutos a una temperatura de 95 ºC y un valor Fo de 4.87 minutos

Del análisis sensorial se determinó que la conserva de la muestra 101 fue la que obtuvo mayor aceptación de parte de los consumidores

Del análisis microbiológico se concluye que la conserva es apta para consumo

VII RECOMENDACIONES

Realizar trabajos de investigación con otras variedades de frutas

Repotenciar el laboratorios de Microbiología y de control de calidad para que los tesistas puedan realizar sus respectivos análisis.

Incentivar a los alumnos de la escuela de Ingeniería de Alimentos para que opten por la modalidad de Tesis.

VIII REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Adams M.R y Moss M.O.(1997) - Microbiología de los Alimentos - Editorial Acribia

Aguado José (1999) - Ingeniería de la industria alimentaría volumen I,II,II - Editorial Síntesis

Anales Científicos UNALM (2004) - Trabajo de investigación Elaboración de un guiso de pollo en conserva tipo ají de gallina

Anales Científicos UNALM (2004) - Estudio técnico para la obtención de un enlatado de papas a partir de variedades nativas

Badui Dergel Salvador (2006) - Química de los Alimentos - Editorial Pearson

CASP Vanaclocha, A. y Abril Requena, J.(1999) Procesos de conservación de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid

Córdova José Antonio (2006) Determinación de parámetros óptimos en la elaboración de rodajas de maca en almíbar de mandarina utilizando envases de vidrio, Tesis Universidad del Centro del Perú.

CHACON, S. (2006). Manual de procesamiento de frutas tropicales a escala artesanal. Manejo poscosecha y Agroindustria. Santa Tecla, la Libertad, el Salvador

DOPP, E., WILLRICH, C., & REBBE, J. (2002). BAJO COLESTEROL. ARGENTINA: ALBATROS

Earle R.L. (1998) - Ingeniería de los Alimentos - Editorial Acribia

Félix Velasco Ángel (2013) "Proceso de elaboración de conserva de Kiwi por difusión molecular" Tesis Universidad de Guayaquil

Elías, C., Morales, E. y García, M. (2014. Manual de tratamiento térmico de alimentos. Fondo Editorial UNALM. Lima, Perú.

Elías, LG; Jeffery, LE; Watts, BM; Ylimaki, GL. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Canadá, Internacional Development Research Centre.

Espinoza, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria.

Fellows (2000) -Tecnología del procesado de los alimentos: principios y practicas Zaragoza -Editorial Acribia

Footitt R.J (1999) - Enlatado de pescado y carne- Editorial Acribia

ITP (2008) Control de la Calidad a la elaboración de conservas

JOHARI, H. (1996). EL MASAJE INDIO;TECNICAS TRADICIONALES MASAJES BASADAS EN EL AYURVEDA. KAIROS.

Lewis M. y Heppell N (2000) Continuos Thermal Processing of Foods, Pasteurization and UHR Sterilization. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland

Lomas Esteban Maria (2002) Introducción al calculo de los procesos tecnológicos de los alimentos Editorial Acribia

LAROUSSE. (2012). LENGUA ESPAÑOLA. BARCELONA: ISBN.

María Teresa Beat (1987) – **Tecnología de Frutas y Hortalizas – editorial Acribia**

Michelis, A. 2008. Elaboración y conservación de frutas y hortalizas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

Meilgaard, M.C. Vance, G. Carr, B.T. (2007). Sensory evaluation techniques. Taylor & Francis Group. Fourth edition.

NUNES D. (2007). Caracterización y procesado de kiwi y fresa cultivados por diferentes sistemas. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

REES J.A.G y BETTINSON J(1996) - Procesado térmico y envasado de los alimentos – Editorial Acribia

Ronald A. (2011) Fruto terapia: La fruta el oro de mil colores. EDAF. S.L.U.

Editorial diesel. (2010). la biblia de las frutas y las plantas medicinales . colombia: diesel.

ROSALES P. H. A. (2010). Métodos de Evaluación del Tratamiento Térmico y Conservas

ROSALES P. H. A. (2010). Conservación de Alimentos por Calor y Cinética de la Destrucción Térmica. Huancayo (Perú)

Stone, H. Sidel, J.L. (1993). Sensory evaluation practices. Food Science and Technology. Academic Press, Inc. Recuperado de http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780126726909500056

Vásquez M. (2007) Fundamentos de la determinaion de parámetros cinéticos para microorganismos de interés en tratamientos térmicos de almentos

Zuluaga N. (2017) El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. Universidad Nacional de Colombia

Páginas Web Solicitadas

Hogarmania (2018) Granada, gran poder antioxidante y viagra natural. Recuperado el 15 de Diciembre 2018 de https://www.hogarmania.com/cocina/escuela-cocina/consejos-compra/201209/granada-gran-poder-antioxidante-16361.html

Berigûete, L. (2015). Instituto de innovación en biotecnología e industria. Curso de evaluación sensorial. Recuperado de: http://iibi.gov.do/nuevo/wpcontent/uploads/2016/01/Curso-Taller-Evaluacion-Sensorial-IIBI-2015.pdf

Ecured (2017) Pasteurización Recuperado el 18 de Enero 2019 de https://www.ecured.cu/Pasteurizaci%C3%B3n

ANEXOS

Foto 1. Temperatura de almíbar

Foto 2. Envases limpios y estériles

Foto 3. y 4. Envasado del producto

BioSLab S.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° 3173 / 06 - 18

1. SOLICITANTE:

Nombre o razón social : Gerson Gabriel Pachas Loyola
Domicilio legal : Urb. Fernando León de Vivero Mz. 6 Lt. 15 Pueblo Nuevo - Chincha

2. DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : Conserva de Granada.
Identificación de la muestra : Procedencia: Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.
Punto de muestreo: Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos – Pisco.
Toma de muestra: 2018-03-15 Hora: 08:00 h
Responsable de toma de muestra : Solicitante - Gerson Gabriel Pachas Loyola
Forma de presentación : Frascos de vidrio.

3. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA MUESTRA

Cantidad de muestra : 02 frascos
Fecha de recepción : 2018-08-12
Fecha de inicio del ensayo : 2018-08-12
Fecha de término del ensayo : 2018-08-24

4. ENSAYOS Y RESULTADOS:

Ensayos Microbiológicos	Resultados
Esterilidad comercial	Estéril comercialmente

Método:

Esterilidad comercial : Canned Foods - Tests for Commercial Sterility. CMVE - APHA 3 Th ed., 2015. Chapter 51.

Este documento al ser emitido sin el símbolo de la acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

Calle Fermín Tanguis 150 Urb. San Miguel Ica – Ica.
T: 51-56-233261 www.biosleb.com.pe
biosleb@gmail.com / contacto@biosleb.com.pe

Foto 5. Resultado microbiológico