



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**PARÁMETROS TÉRMICO EN LA SEMI-CONSERVA ARILOS DE GRANADA  
(*Punica granatum*) - NECTAR DURAZNO**

Presentado por:

**GERSON GABRIEL, PACHAS LOYOLA**

**Bachiller** del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **06 % de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:


**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

**APROBADO OBTUVO EL 06% (MENOR AL 20% REQUERIDO)**

Ica, 10 de JUNIO de 2022

  
.....  
JUAN MARINO ALVA FAJARDO  
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE  
ALIMENTOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ALIMENTOS**



**PARÁMETROS TÉRMICO EN LA SEMI-CONSERVA ARILOS DE GRANADA**

**(*Punica granatum*) - NECTAR DURAZNO**

**INVESTIGACION MONOGRAFICA PARA OBTENER  
EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS  
POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADEMICA**

**AUTOR**

**Bach. Pachas Loyola, Gerson Gabriel.**

**PISCO – PERU**

**2020**

## **PARÁMETROS TÉRMICO EN LA SEMI-CONSERVA ARILOS DE GRANADA (*Punica granatum*) - NECTAR DURAZNO**

### **PRESENTACION**

El siguiente tratado está enfocado a reaprender y vincular cuánticamente las cualidades o propiedades intrínsecas de los sistemas a administrar, gerenciar, tomar de decisiones para los procesos ingenieril y tecnológico innovando en concepto puntuales; tal vez incorporando definiciones en su exacta dimensión o magnitud prudencial según la competencia a compartir con los modelos teórico-fáctico. Tenemos que comprender que la idea central del gobierno procesal del tratamiento térmico a un alimento es la estructura en tiempos reales y no quiméricos.

Por lo tanto se trazó la estrategia de la exposición en tema específicos como: el recurso, la energía, el proceso, el producto y la presentación de los resultados experimentales controlado en tiempo real.

## ÍNDICE

PRESENTACION .....	2
ÍNDICE .....	3
Índice de Figuras .....	5
Índice de Tablas .....	6
INTRODUCCION .....	7
CAPITULO I.....	8
RECURSO .....	8
Granada ( <i>Punica granatum</i> ).....	8
1. Descripción General.....	8
1.1. Conceptualización y Alcance de la Ergometría Ergonomía Térmica de la Granada	8
1.1. Particularidades de la Granada.....	9
1.3. Definir al Calor Físico, Químico y Biológico como un Metasistema.....	13
CAPITULO II .....	17
ENERGIA .....	17
PROCESAMIENTO TERMICO .....	17
2. Introducción .....	17
2.1 Propiedades Térmicas de la Granada.....	19
2.1.1. Calor específico.....	19
2.1.2. Conductividad térmica. ....	19
2.2. Mecanismos de Transmisión Térmica .....	20
2.2.1. Transmisión térmica por conducción. ....	20
2.2.2. Transmisión de calor por convección.....	20
2.2.3. Transmisión de calor por radiación.....	20
CAPITULO III .....	22

PROCESO.....	22
PASTEURIZACIÓN.....	22
3. Introducción .....	22
3.1. Tiempo de Reducción Decimal D.....	23
3.2. Tiempo de Muerte Térmica F .....	23
3.3. Constante de Muerte Térmica o Valor Z .....	24
3.4. Técnica de Mediciones Térmicas en Tiempo Real para el Pasteurizado de la Semi-Conserva Arilo de Granada en Liq Gob .....	26
CAPITULO IV .....	28
PRODUCTO .....	28
4. Pasteurización Semi-Conserva Arilo de Granada .....	28
VI. CONCLUSIONES .....	35
VII RECOMENDACIONES .....	36
VIII REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	37
ANEXO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. La granada vista de corte. ....	11
Figura 2. Vista microscópica del arilo de granada. ....	15
Figura 3. Vista macro del arilo de granada. ....	16
Figura 4. Esquema general. ....	25
Figura 5. Vista panorámica del producto y sensor de temperatura. ....	27
Figura 6. Curva de penetración de calor del proceso integral arilo de granada – néctar durazno. ....	31
Figura 7. Curvas del resultado del tratamiento penetración y letalidad del calor. ....	33
Figura 8. Membrana de arilo granada. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Composición proximal por 100 gramos de porción comestible.....	12
Tabla 2. Composición química de la granada. ....	12
Tabla 3. Composición nutricional de la granada. ....	13
Tabla 4. Coeficiente de conductividad térmica vidrio. ....	24
Tabla 5. Resultado de la evaluación térmica. ....	30
Tabla 6. Registro continuo del proceso integral.....	32
Tabla 7. Resultado del tratamiento Lt. ....	34
Tabla 8. Caracterización del líquido de gobierno. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9. Caracterización del arilo de granada. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 10. Caracterización del jugo de granada. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 11. Caracterización del mosto de granada.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 12. Caracterización de la granada. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 13. Caracterización del líquido de gobierno. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 14. Caracterización del arilo de granada en liq gob Aq.;	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

**definido.**

## INTRODUCCION

El siguiente tratado está enfocado a reaprender y vincular cuánticamente las cualidades o propiedades intrínsecas de los sistemas a administrar, gerenciar, tomar de decisiones para los procesos ingenieril y tecnológico innovando concepto puntuales; tal vez incorporando definiciones en su exacta dimensión o magnitud presencial según la competencia a compartir con los modelos. Tenemos que comprender que la idea central del gobierno es la estructura en tiempos reales y no quiméricos.

El objetivo de esta investigación monográfica teórica-fáctica determina la influencia del líquido de gobierno y los parámetros del tratamiento térmico en la semi-conserva arilo de granada.

Los frutos presentan diferencias objetivas que van desde el color, el tamaño y la astringencia, hasta la dureza de la semilla y el contenido en zumo. De igual manera, por sus altos contenidos en vitaminas (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)

### Propiedades nutricionales

Es una fruta con un valor calórico muy bajo debido a su bajo contenido en hidratos de carbono. La composición está compuesta principalmente por agua, y como ocurre con otros nutrientes, sólo destaca su aporte del mineral potasio. Este mineral es necesario para la transmisión y generación de impulsos nerviosos dinámicos y el trabajo muscular normal, participa en el equilibrio hídrico dentro y fuera de las células. Otros componentes destacables son el ácido cítrico (actividad esterilizante, alcalinizante de la orina y potenciadora de la acción de la vitamina C), ácido málico, flavonoides (antioxidantes) y taninos. Estas son sustancias que tienen propiedades astringentes y antiinflamatorias.

## CAPITULO I

### RECURSO

#### Granada (*Punica granatum*)

#### 1. Descripción General

##### 1.1. Conceptualización y Alcance de la Ergometría Ergonomía Térmica de la Granada

La ganada es un recurso negociable en sus diferentes presentaciones para el mercado nacional e internacional; nuestro interés está fundamentado a la transformación de este recurso perecibles identificando los parámetros, índices e indicadores térmico ingenieriles y tecnológicos que nos permitan comprender, reconocer o entender los modelos paramétricos del proceso a emplearse en la transformación en un bien económico social.

La razón lógica al estudiar las partes individuales de la granada cuando está comprometida y adquieren competencia vinculada al proceso térmico, en función con sus propiedades funcionales y operacionales entre otras, involucradas al proceso.

Así tenemos aquellas matrices M1, M2, M3 y M4 que individualmente son sistema propio y funcionan colectivamente estructurados al sistema amigable o conflictivo.

Si analizamos al modelo o matrices aisladamente organiza la configuración especialmente como estructuras físicas, química, bioquímica, y reacciones varias pertenecientes a un momento-espacio-energía, y el evento magnetoquímico de la maduración, alteraciones o metabolismo.

Así mismo está comprendida directas o físicamente presentes las metafases de partículas fractales, sólidos, líquidos, soluciones, disoluciones, etcétera que alteran los mecanismos. (Ramírez Cavassa, C., 2013)

Como antesala al tema confrontar la cualidades térmica es interesante remarcar algunos aspecto precursores académicos con las propiedades ergonómicas de los factores hombre, máquina y recurso nacen de una serie de índices integrales que representan aspectos distintos, pero interrelacionados, a dichas propiedades. Los Índices ergonómicos integrales se forman sobre la base de índices grupales, y éstos constituyen un concepto de índices ergonómicos unitarios homogéneos. La investigación ergonomía preventiva también conocida como ergonomía de diseño, tiene vinculación directa con la modernización de los equipos y sistemas existentes y el diseño de nuevos elementos.

Presupone, entre otras cosas:

- Acopio de datos sobre el factor humano.
- Exploración sobre las diversas formas de la actividad humana.
- Discernimiento sobre los métodos para su análisis y formalización.
- Innovación de los factores determinantes de su eficacia.
- Conocimiento de los factores que inciden en la actividad humana.

En el sistema tridimensional, este concepto lleva a una conclusión inicial, de que no basta conocer aisladamente las ciencias correspondientes a cada elemento en cuestión para tratar de optimizar la actividad del hombre y del sistema.

La ergonomía cognitiva se interesa en el cómo y en qué medida, los procesos mentales tales como percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora afectan las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema. Tales como la tríada ergonómica (humano-máquina-ambiente). En el sentido técnico, la información es la reducción de la incertidumbre respecto a ese hecho en competencia con la teoría de la Información. Consultado

05 de dic 2020 de:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%ADa#Ergonom%C3%ADa\\_cognitiva](https://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%ADa#Ergonom%C3%ADa_cognitiva)

### **1.1. Particularidades de la Granada**

Santa Cruz, distrito ubicado en la provincia de Palpa, región Ica, tiene un clima tropical que es propicio para el cultivo de granada ya que acelera el proceso de maduración del fruto y a diferencia de otros lugares, se cosecha hasta un mes antes de lo previsto; mientras que en el resto de zonas productoras del país, como Moquegua, Tacna, La Libertad, Lima, Lambayeque, Arequipa e Ica.

La granada (*Punica granatum*) es una fruta con un alto poder antioxidante, rica en vitaminas, que posee múltiples beneficios medicinales, por ello ha generado mucho interés a nivel mundial y, aunque su consumo en el Perú no es abundante, está percibiendo un gran crecimiento en su producción.

La granada pertenece a la familia Punicaceae, representada por un solo género y dos especies, *Punica granatum* y *Punica protopunica*; la primera es comestible (Jurenka, 2008). Según Andreu y otros (2000), la clasificación taxonómica de la granada es la siguiente:

Reino: Plantae

Filum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Myrtales

Familia: Punicaceae

Género : Punica

Especie: Punicagranatum

La granada es un fruto no-climatérico. Este es esférico y de piel gruesa, de 7-15 cm de diámetro, de color rojo a rosado externamente y con numerosas micro fisuras epidermales. Corresponde a un tipo de fruto que se desarrolla a partir de un ovario ínfero, es de consistencia firme y está coronado en el ápice por el cáliz, que es persistente. El interior del fruto está separado por paredes membranosas, formadas por un tejido blanco, esponjoso y amargo, que encierran los compartimientos donde se encuentran las semillas. Las semillas están compuestas de un tegumento externo o arilo, que corresponde a la porción jugosa y comestible del fruto y un tegumento interno o endopleura, denominado piñón. Los cotiledones son de consistencia dura y se enrollan en forma de espiral (Jurenka, 2008).

El uso tradicional de la granada son el fruto fresco y los arilos, pero hoy existe una industria emergente que ha permitido su ingreso al mercado como alimento (jugos, ingrediente en yogurt, mermeladas, jaleas, alimentos para niños, bebidas fermentadas), ingrediente en productos cosméticos y productos para la salud (Tehranifar y otros, 2010).

Las granadas se conservan a temperatura ambiente durante varios días.

Si no van a ser consumidas inmediatamente, se deben mantener en el frigorífico, donde se conservarán unas tres semanas. Los granos (arilos) separados se pueden congelar fácilmente.

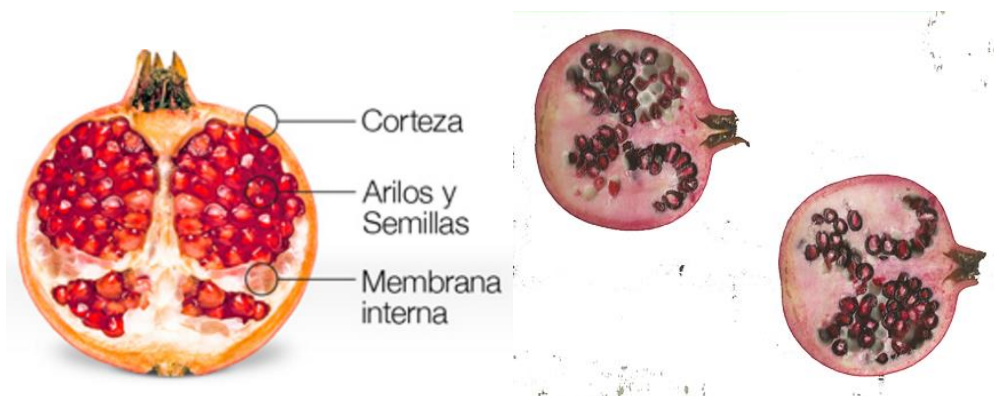
Consultado de

<https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20161125/412150184367/granada-fruta-otono-nutricion-salud-depurativa-antioxidante.html>

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.

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 transmisiones 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 vista de corte.  
Fuente: Pachas Loyola, G. G., 2020.

### 1.3. Composición proximal de la Granada

**Tabla 1**

*Ingredientes aprox por 100g de porción comestible.*

Elemento	Valor
Calorías	31,8
Hidratos de carbono (g)	7,5
Fibra (g)	0,2
Potasio (mg)	275
Magnesio (mg)	3
Provitamina A (mcg)	3,5
Vitamina C (mg)	5,7
Calcio (mg)	8

mg = microgramos

Fuente: <https://frutas.consumer.es/granada/propiedades>

Un fruto con bayas globulares y con una corteza gruesa y resistente. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20161125/412150184367/granada-fruta-otono-nutricion-salud-depurativa-antioxidante.html>

**Tabla 2**

*Composición química de la granada.*

Componentes	Contenido (por 100 g de porción comestible)
Agua (g)	80.00
Proteína (g)	0.50
Grasa (g)	0.10
Carbohidratos (g)	18.30
Ceniza (g)	0.50
Niacina (mg)	1.56
Riboflavina (mg)	0.04
Tiamina (mg)	0.09
Hierro (mg)	0.30
Calcio (mg)	10.00
Fósforo (mg)	38.00

Fuente: Collazos y otros (1996).

**Tabla 3***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

Fuente. Nn

### 1.3. Definir al Calor Físico, Químico y Biológico como un Metasistema

Los físicos entienden el calor como energía que se mueve de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, y está relacionado con el movimiento de moléculas, átomos y otras partículas.

En este sentido, el calor puede ser producido por una reacción química (como la combustión), por una reacción nuclear (como la que ocurre en el interior del sol) o por disipación (mecánica, fricción o electromagnética, microondas). Es importante tener en cuenta que el cuerpo no tiene calor, sino energía interna. Cuando parte de esta energía se transfiere de un sistema o cuerpo a otro sistema o cuerpo a una temperatura diferente, se llama calor. La transferencia de calor ocurrirá hasta que ambos sistemas estén a la misma temperatura y se alcance lo que se llama equilibrio térmico. La cantidad de calor transferido se calcula y se expresa en calorías.

El calor se define como energía en forma transferida entre diferentes cuerpos o áreas de un mismo cuerpo, indicando la cantidad de energía y las manifestaciones del movimiento de las moléculas en el cuerpo, objeto o área, esto puede ser a diferentes temperaturas. Energía que se transfiere cuando los objetos en contacto nacen, se dan y se ganan, pero no se poseen. Permiten que esta en su magnitud determine la cantidad que se puede intercambiar como energía de un material, al contacto, o ciertas distancias y temperaturas.

La exportación de granada procesada en arilos es una opción para no depender de las colocaciones de granada fresca; ya que permite dar un valor añadido al producto natural, extender la temporada y obtener mejores precios.

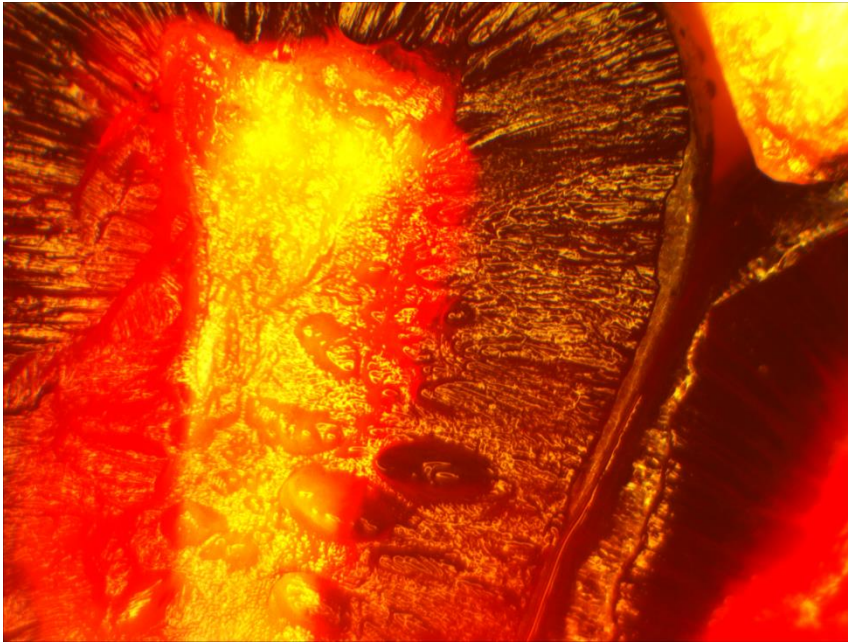
Por tanto, el término calor debe entenderse como una transferencia de calor y se produce únicamente cuando existe una diferencia de temperatura y en el sentido de arriba hacia abajo.

Esto da como resultado que no haya transferencia de calor entre dos sistemas de la misma temperatura.

La cantidad de calor del cuerpo o la hipertermia se hace porque no causan ningún malentendido y tal vez la falta de una técnica óptica alternativa de este tipo, pero técnicamente es incorrecta. El calor, como lo demuestra la física, no existe, el calor es conducción. Lo que posee el cuerpo es energía térmica, es mejor considerar al cuerpo como un sistema termodinámico, la energía total del sistema tiene dos formas: macroscópica y microscópica. La energía macroscópica es la energía que tiene un sistema en relación con fuentes externas, como la energía cinética y la energía potencial. Micro es el grado de su actividad molecular, independientemente del marco de referencia externo, que es la llamada energía interna del sistema y está representada por  $\{U\}$  U. Recuperador el 21 febrero 2020 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Calor>

Las partículas del sistema vibran a cierta velocidad, también giran y vibran de manera desigual, y todo este movimiento les da energía cinética que es parte de la energía interna y es la energía percibida, porque la velocidad de la densidad promedio de partículas es proporcional a la temperatura, que podemos percibir. Pero las moléculas también están unidas entre sí por una atracción más fuerte en los sólidos, menos en los líquidos y aún más en los gases, de modo que el sistema en estado gaseoso incluye la energía necesaria para vencer la fuerza entre los dos... las moléculas. Esta energía está relacionada con la fase del sistema, que se llama energía potencial. Los átomos se mantienen unidos por enlaces que se forman y se descomponen en reacciones químicas. La energía interna asociada con los enlaces atómicos es la energía química y, finalmente, la fuerza gravitacional en los núcleos de los átomos constituye la energía nuclear que se libera en una reacción nuclear. Todas estas formas de energía se almacenan dentro del sistema y constituyen su energía interna.

En la siguiente vista estructural de las membranas del arilo observamos las cualidades osmóticas en el arilo.



**Figura 2.** Vista microscópica del arilo de granada.  
**Fuente:** Pachas Loyola, G. G., 2020.



**Figura 3.** Vista macro del arilo de granada.  
**Fuente:** Pachas Loyola, G. G., 2020.

## CAPITULO II

### ENERGIA

#### PROCESAMIENTO TERMICO

##### 2. Introducción

El siguiente tratado está enfocado a reaprender y vincular cuánticamente las cualidades o propiedades intrínsecas de los sistemas a administrar, gerenciar, tomar de decisiones para los procesos ingenieril y tecnológico innovando concepto puntuales; tal vez incorporando definiciones en su exacta dimensión o magnitud presencial según la competencia a compartir con los modelos. Tenemos que comprender que la idea central del gobierno es estructura en tiempos reales y no quiméricos.

Los físicos entienden el calor como energía que se mueve de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, y está relacionado con el movimiento de moléculas, átomos u otras partículas.

En este sensor, el calor se puede generar a partir de reacciones o disipaciones químicas, bioquímicas o nucleares (así como mecánicas, de fricción o electromagnéticas, de microondas, ambientales).

Es importante señalar que los sistemas no contienen calor, sino energía interna, en condiciones especiales. Cuando una parte intencional de esta energía se transfiere de un sistema dinámico o estático a otro en un estado térmico diferente, se denomina temperatura (medida). La transmisión de una forma de energía se producirá hasta que los dos sistemas se sitúen en un pseudo balance y se alcance la denominada ponderación térmica.

La cantidad de calor transferido se calcula y se expresa en calorías, expresando el movimiento de las moléculas en un organismo, objeto o área, las cuales pueden estar en diferentes estados como energía. En el transporte, las fuentes expuestas generan, suministran y ganan energía (calor relativo) pero aún no lo tienen.

Permiten con eso en su magnitud determinar la cantidad que se puede intercambiar como distintas convenciones de energía, estando en contacto o en determinados espacio o aislamientos. Por ejemplo tenemos una realidad térmica de interés económico si consideramos que la exportación de granada procesada en arilos es una opción para no depender de las colocaciones de granada fresca.

Las moléculas y la estructura del sistema bipolar se mueven a cierta velocidad, además de que giran y vibran con armoniosos o armoniosos, y todos estos movimientos les dan energía

motor. Como parte de la energía interna es la energía sensible, la velocidad de las partículas es proporcional a la intensidad de la irradiación, que podemos sentir.

Pero las moléculas también están asociadas con la gravedad en las moléculas, líquido inferior e incluso gas, y por lo tanto, el sistema en el caso de gas implica una energía requerida para superarla. A través de poderes moleculares. Esta energía está relacionada con la fase del sistema, que se llama energía potencial. Los átomos se mantienen unidos por enlaces que se forman y se descomponen en reacciones químicas. La energía interna asociada con los enlaces atómicos es energía química, energía bioquímica o energía magnetizante. Energía de fricción de un campo u ondas.

La capacidad calorífica específica es un parámetro dependiente del material que relaciona la energía individual suministrada a una masa específica del multisistema con el efecto de maximización de la medición:

$$Q = m \int_{T_i}^{T_f} c dT$$

Dónde:

Q = el calor aportado al sistema.

m = la masa del sistema.

c = el calor específico del sistema.

Ti y Tf = las temperaturas inicial y final del sistema respectivamente.

dt = el diferencial de temperatura.

El calor, Q, es la energía intercambiada debida a la diferencia de balance energético entre el sistema y los alrededores. Si se conoce el calor específico, c, puede calcularse el calor involucrado en un proceso como.

$$Q = m \int_{T_i}^{T_f} c dT$$

Propiedades térmicas de la granada:

Calor específico

Conductividad térmica

Mecanismos de transmisión de calor:

Transmisión de calor por conducción

Transmisión de calor por convección

Transmisión de calor por radiación

## 2.1 Propiedades Térmicas de la Granada

### 2.1.1. Calor específico.

El calor específico es la cantidad de calor ganada o perdida por una unidad de peso de producto para provocar un determinado incremento de térmico, sin que tenga lugar un cambio de estado.

$$C_p = Q / (dt)(dT)$$

Dónde:

Q es el calor ganado o perdido (kJ),

M es la masa (kg),

dt es el incremento térmico del material (°C) y cp es el calor específico (kJ/ kg • °C).

El calor específico de un sistema depende de su composición, cantidad de agua, temperatura y presión.

### 2.1.2. Conductividad térmica.

La conductividad térmica de un sistema es una medida de la velocidad con la que la energía se transmite a través de un espesor unidad de este escenario cuando existe un gradiente térmico unidad entre sus extremos.

$$k = J/(s.m.^{\circ}C) = W/(m.^{\circ}C)$$

La conductividad térmica es muy variable, incluso entre los sistemas más frecuentes.

## 2.2. Mecanismos de Transmisión Térmica

### 2.2.1. Transmisión térmica por conducción.

La conducción es la forma en que tiene lugar la transferencia de energía a escala nano a macro molecular. Cuando las estructuras moleculares absorben energía térmica oscilante sin desplazarse, acrecentando la extensión de la vibración conforme amplía el nivel de energía, Esta agitación se transmite de sistemas molecular a otras sin que tenga lugar movimiento alguno de traslación.

El flujo térmico será proporcional al gradiente de energía:

$$q_n/A \propto dt/dx$$

### 2.2.2. Transmisión de calor por convección.

Cuando un fluido circula alrededor de un sistema duro, donde en el interior hay diferenciales energéticos entre ambos tienen lugar un intercambio de energía entre ellos. Esta transmisión de energía se debe al mecanismo de convección.

La velocidad del fluido se anula junto a la superficie de la lámina debido a la acción de las fuerzas viscosas, de manera que la energía transmitida en la capa límite, en la que la velocidad es cero, debe serlo por conducción; mientras que lejos de la pared, es por convección.

$$q = h/l (T_p - T_\infty)$$

La ecuación el flujo térmico,  $q$ , se expresa en función del gradiente térmico  $(T_p - T_\infty)$ .  $A$  es el área ( $m^2$ ) y  $h$  es el coeficiente de transmisión de energía por convección, en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ .

### 2.2.3. Transmisión de calor por radiación.

La energía radiante se transfiere entre regiones a través de la emisión y posterior absorción de radiación electromagnética. A diferencia de la conducción y la convección, la radiación no necesita un medio para propagarse y puede ocurrir incluso en el vacío.

$$q/A = \sigma \varepsilon T_A^2$$

Siendo  $\sigma$  la constante de Stefan-Boltzmann,  $5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ . La emisividad,  $\epsilon$ , expresa la medida en que una superficie se asemeja a un cuerpo negro. La emisividad de un cuerpo negro es 1. (Hans Dieter, B, Werner Grosch, 1985).

## CAPITULO III

### PROCESO

### PASTEURIZACIÓN

#### 3. Introducción

En la industria alimentaria, el término tratamiento térmico se utiliza para describir el proceso de calentar, mantener una temperatura constante y el posterior enfriamiento necesario para eliminar los riesgos de enfermedades que pueden derivarse del consumo de alimentos.

La pasteurización es un proceso térmico diseñado para un microorganismo patógeno específico, pero no es útil para productos duraderos que no requieren refrigeración. (Dennis R. Heldman, Singh R. Paul, 1997)

Los procedimientos ordinarios son calentamiento alto (85 °C, 2s) y calentamiento corto (71 hasta 74 °C, 15-40 s) en cambiadores de placas, así como el calentamiento lento (62-65 °C, 30 minutos) en recipientes con agitación.

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. García M., (2014).

Enfocado el sentido del interés de negocio la pasteurización es el medio apropiado para prolongar la vida útil de la mercancía, considerando el menor riesgo o peligro y rechazo, la mejor seguridad.

La pasteurización, proceso térmico tiene como propósito la extirpación de los elementos patógenos, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc., que puedan existir, además de inactivar enzimas perniciosas. Es un tratamiento térmico relativamente inferiores a 100 °C,

el calentamiento de los arilos con vapor, con agua caliente, con calor seco, o con calentadores eléctricos, y se enfrían inmediatamente después de haber sido sometidos al tratamiento térmico; utilizado para prolongar la vida útil de los productos durante varios días o meses (Fellows, 2000). (Frazier, 1993). (Louis Pasteur (1822-1895). Ecured (2018).

### 3.1. Tiempo de Reducción Decimal D

Durante la esterilización por calor de los alimentos, la cantidad de microbios en los alimentos disminuye dependiendo de la temperatura del producto. Los grupos bacterianos, como E. Coli, Salmonella, Listeria monocytogenes disminuirán logarítmicamente. Asimismo, el número de esporas bacterianas disminuirá después de un período de retraso inicial.

La pendiente de la línea recta está directamente relacionada con el tiempo de reducción decimal, D. El tiempo de reducción decimal, D, se define como el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana. La población microbiana a mayores temperaturas produce una disminución en el valor de D. Rodríguez (2007).

En base a la definición de tiempo de reducción decimal, puede utilizarse la siguiente ecuación:

$$\log N_0 - \log N = t/D$$

$$D = t / (\log N_0 - \log N)$$

$$N/N_0 = 10^{-t/D}$$

### 3.2. Tiempo de Muerte Térmica F

El tiempo muerto de calor, F, es el tiempo necesario para reducir un determinado número de microorganismos o esporas. Este tiempo se puede expresar como un múltiplo del valor de D. Por ejemplo, una disminución del 99,99 % en la cantidad de microbios equivale a 4 reducciones logarítmicas o  $F = 4D$ . En las ciencias de los alimentos es corriente expresar F con un subíndice que denota la temperatura y un superíndice con el valor z del microorganismo considerado.  $F_0$ . Rodríguez (2007).

Entonces,  $F_{70}^{10}$  es el tiempo de muerte térmica para una temperatura, T, y una constante de resistencia térmica z.

### 3.3. Constante de Muerte Térmica o Valor Z

En las monografías de Bigelow (1921) y Bigelow y Esty (1920) se modeló una relación lineal entre el logaritmo del tiempo de reducción decimal para esporas y la temperatura (Footitt, 1995). 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.

$$Z = (T1 - T2) / (\log D2 - \log D1) \text{ Rodríguez (2007)}$$

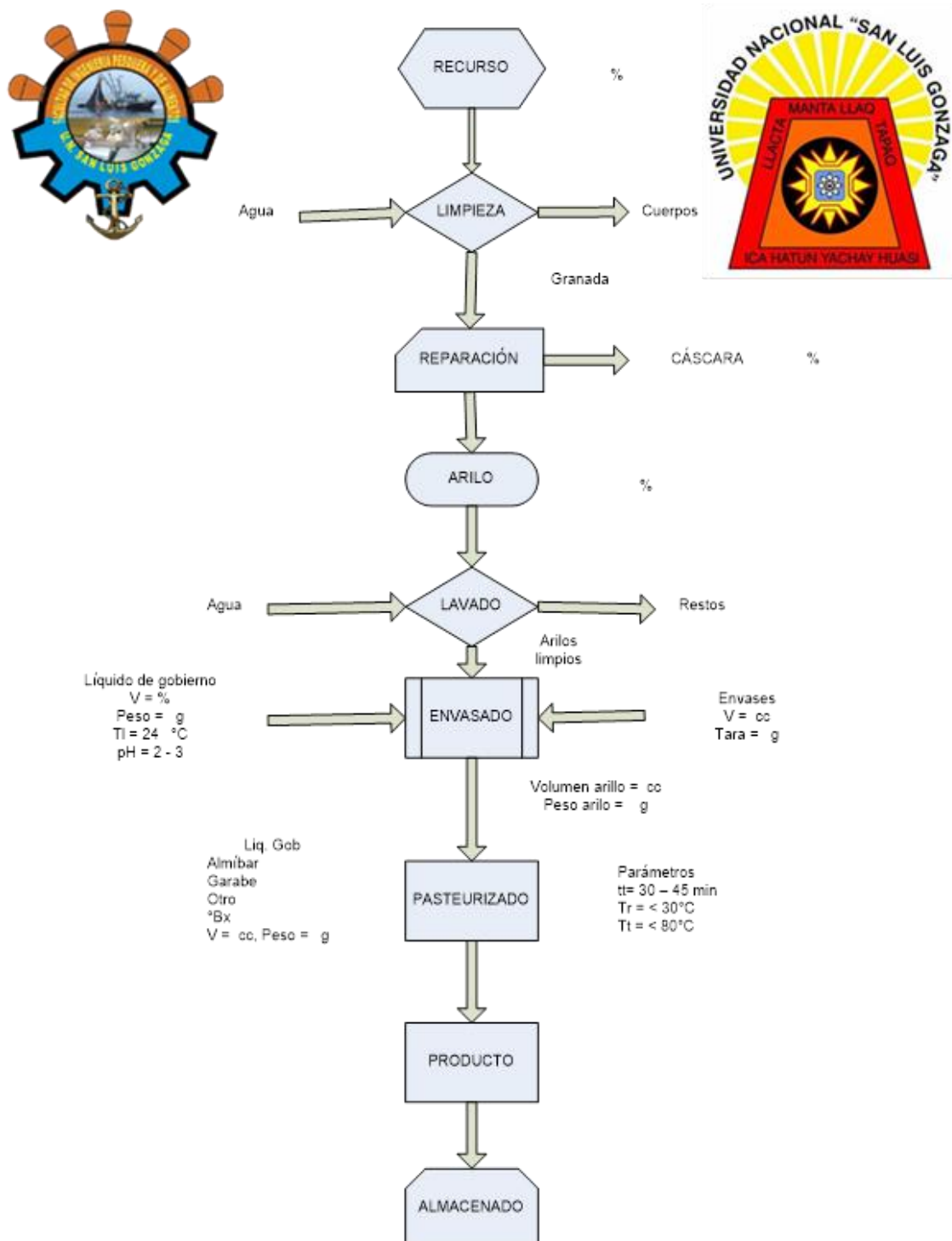
**Tabla 4**

*Coefficiente de conductividad térmica vidrio.*

Material	Conductividad térmica (cal/sec)/(cm <sup>2</sup> C/cm)	Conductividad térmica (W/m K)*
Vidrio, ordinario	0,0025	0,8

Fuente: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Tables/thrcn.html>

## ESQUEMA GENERAL CUALITATIVO CUANTITATIVO PROCESO TERMICO SEMI-CONSERVA ARILO DE GRANADA



**Figura 4.** Esquema general.  
**Fuente:** Pachas Loyola, G. G., 2020.

### **3.4. Técnica de Mediciones Térmicas en Tiempo Real para el Pasteurizado de la Semi-Conserva Arilo de Granada en Liq Gob**

Para la determinación del tiempo y temperatura del tratamiento térmico (pasteurizado) empleado basándose en el método patrocinado con la finalidad de construir la base de datos histórica que permite medir, calcular, observar, analizar y diagnosticar los valores paramétricos de las variables indicadoras ingenieril-tecnológica en los tiempo y temperatura delicado para las perspectivas biológicas y enzimáticas (sensores A/D TR).

Los pasos ejecutados son:

1. Colocar en el sistema integrado del reactor térmico las muestras a indagar y registro continuo de los acontecimientos térmicos internos y externos.
2. Almacenar en el ordenador los datos de tiempo versus temperatura en la memoria en tiempo real, los valores digitales e imagen (curva).
3. Trasegar la información digital al programa de análisis térmico, según al tipo de software y calcular los mecanismos térmicos.
4. Evaluar los valores del D. F. o Z, al final del proceso de pasteurización. (
5. Transformar los resultados en tablas y figuras (curva).

En las vistas siguientes mostramos los resultados registrado durante el tratamiento en tiempo real, además en el anexo



*Figura 5.* Vista panorámica del producto y sensor de temperatura.  
**Fuente:** Pachas Loyola, G. G., 2020.

## CAPITULO IV

### PRODUCTO

#### 4. Pasteurización Semi-Conserva Arilo de Granada

La pasteurización, un proceso térmico creado por Pasteur en 1864, tiene como objetivo destruir parcialmente las plantas comunes y eliminar por completo las bacterias que causan enfermedades, así como inactivar las enzimas dañinas. Es un tratamiento térmico relativamente suave (las temperaturas suelen estar por debajo de los 100 °C) y se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días o meses (Fellows, 2000).

Los alimentos pueden calentarse con vapor, agua caliente, calor seco o corriente eléctrica y enfriarse inmediatamente después de someterse a un tratamiento térmico (Frasier, 1993).

En la industria alimentaria, el término tratamiento térmico se utiliza para describir el proceso de calentar, mantener una temperatura constante y el posterior enfriamiento necesario para eliminar los riesgos de enfermedades que pueden derivarse del consumo de alimentos.

La pasteurización es un proceso térmico diseñado para un microorganismo patógeno específico, pero no es útil para productos duraderos que no requieren refrigeración. (Dennis R. Heldman, Singh R. Paul, 1997)

#### Tiempo de reducción decimal D

Durante la esterilización por calor de los alimentos, la cantidad de microbios en los alimentos disminuye dependiendo de la temperatura del producto. Los grupos bacterianos, como E. coli, Salmonella o Listeria monocytogenes disminuirán logarítmicamente. Asimismo, el número de esporas bacterianas disminuirá después de un período de retraso inicial.

La pendiente de la línea recta está directamente relacionada con el tiempo de reducción decimal, D.

El tiempo de reducción decimal, D, se define como el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana.

La población microbiana a mayores temperaturas produce una disminución en el valor de D.

En base a la definición de tiempo de reducción decimal, puede utilizarse la siguiente ecuación:

$$\log N_0 - \log N = t/D$$

$$D = t / (\log N_0 - \log N)$$

$$N/N_0 = 10^{-t/D}$$

Tiempo de muerte térmica F

El tiempo muerto de calor, F, es el tiempo necesario para reducir un determinado número de microorganismos o esporas. Este tiempo se puede expresar como un múltiplo del valor de D. Por ejemplo, una disminución del 99,99 % en la cantidad de microbios equivale a 4 reducciones logarítmicas o  $F = 4D$ .

En las ciencias de los alimentos es corriente expresar F con un subíndice que denota la temperatura y un superíndice con el valor z del microorganismo considerado.

Entonces,  $F_{10124}$  es el tiempo de muerte térmica para una temperatura, T, y una constante de resistencia térmica z.

Pasteurización

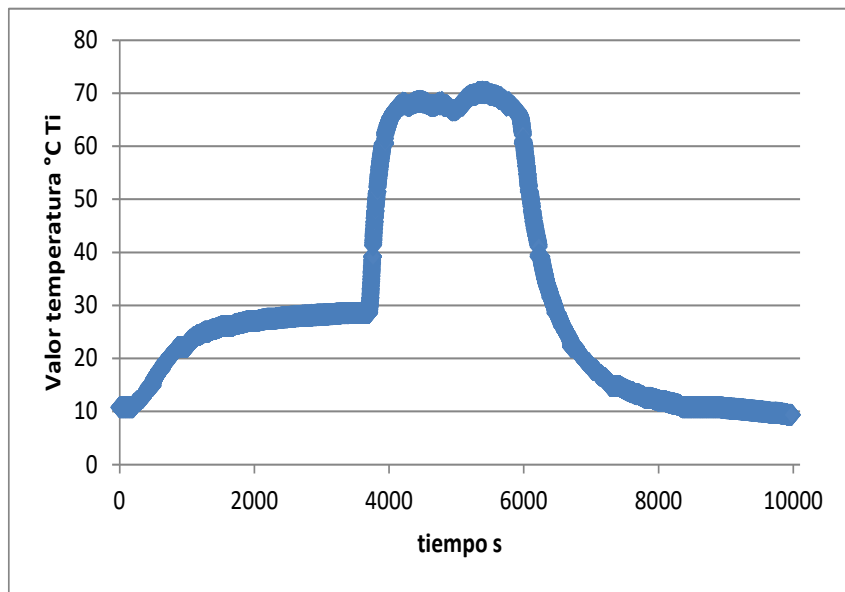
Los procedimientos ordinarios son calentamiento alto (85 °C, 2s) y calentamiento corto (71 hasta 74 °C, 15-40 s) en cambiadores de placas, así como el calentamiento lento (62-65 °C, 30 minutos) en recipientes con agitación.

**Tabla 5***Resultado de la evaluación térmica.*

No	Outer TEMP	Inner TEMP	Time
7997	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:43
7998	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:44
7999	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:45
8000	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:46
8001	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:47
8002	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:48
8003	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:49
8004	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:50
8005	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:51
8006	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:52
8007	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:53
8008	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:54
8009	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:55
8010	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:56
8011	12.00	33.63	2020-02-26 20:44:57
8012	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:58
8013	11.94	33.63	2020-02-26 20:44:59
8014	11.94	33.63	2020-02-26 20:45:00
8015	11.94	33.63	2020-02-26 20:45:01

---

Fuente: Pachas Loyola, G. G., 2020.



Suma 1273.747208  
 $F_p = \Delta_{t,\Sigma LT}$  1273.7472 segundos

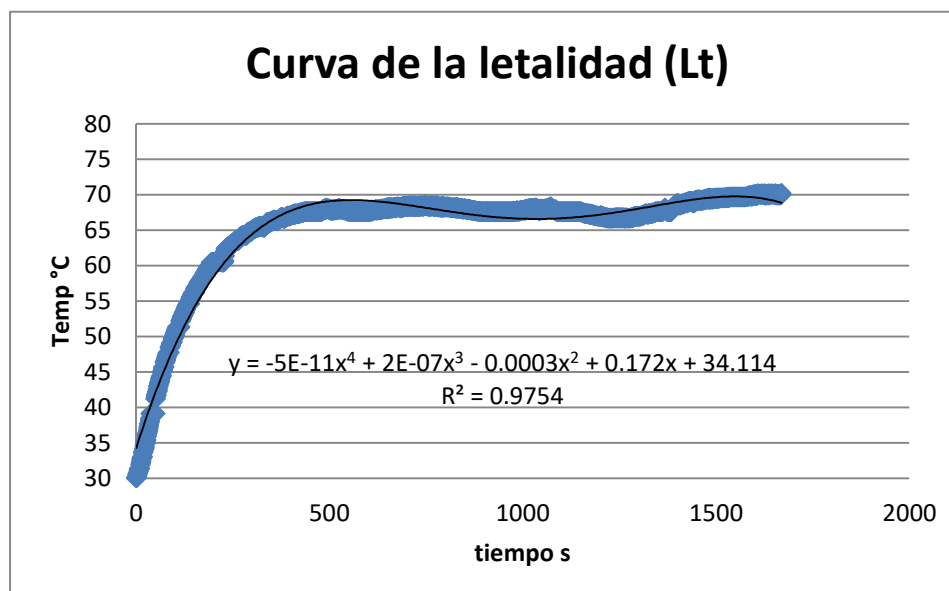
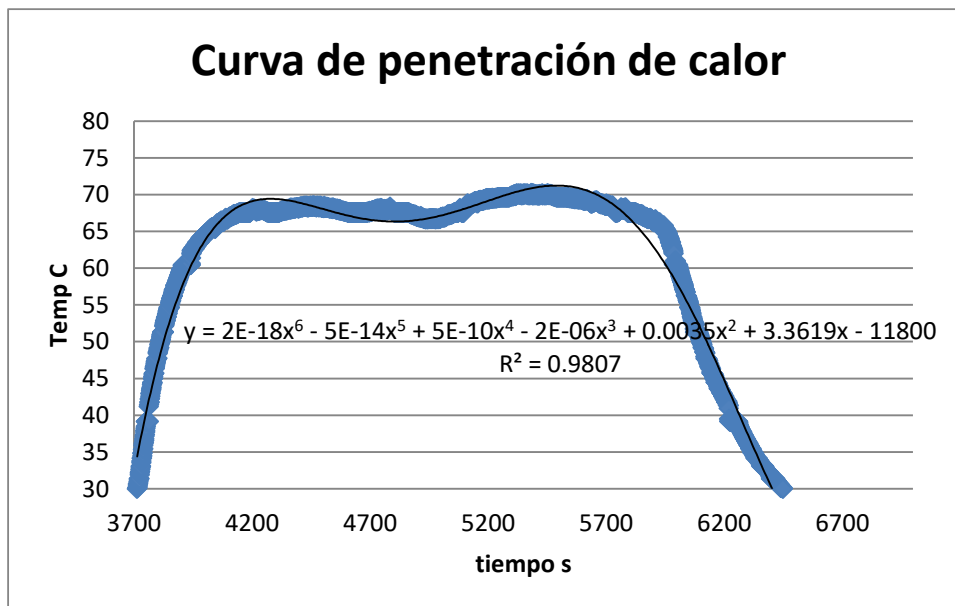
Tc max 70.19  
 Tmin 30  
 Tg 72  
 Tf 15

**Figura 6.** Curva de penetración de calor del proceso integral arilo de granada – néctar durazno.  
**Fuente:** Pachas Loyola, G. G., 2020.

**Tabla 6***Registro continuo del proceso integral.*

<b>NO</b>	<b>Outside Temp °C</b>	<b>Inside °C</b>	<b>Time</b>	<b>No</b>	<b>Tiempos</b>	<b>Temp i</b>	<b>LT</b>
1	10.69	31.50	26/02/2020 18:28	1	3714	30	9.57194E-05
2	10.69	31.50	26/02/2020 18:28	2	3715	30.13	9.86279E-05
3	10.69	31.50	26/02/2020 18:28	3	3716	30.13	9.86279E-05
4	10.69	31.56	26/02/2020 18:28	4	3717	30.38	0.000104472
5	10.69	31.56	26/02/2020 18:28	5	3718	30.63	0.000110662
6	10.69	31.56	26/02/2020 18:28	6	3719	30.69	0.000112202
7	10.69	31.63	26/02/2020 18:28	7	3720	30.94	0.00011885
8	10.69	31.63	26/02/2020 18:28	8	3721	31.19	0.000125893
9	10.69	31.63	26/02/2020 18:28	9	3722	31.38	0.000013152
10	10.69	31.69	26/02/2020 18:29	10	3723	31.38	0.000013152
11	10.69	31.69	26/02/2020 18:29	11	3724	31.38	0.000013152
12	10.69	31.69	26/02/2020 18:29	12	3725	31.88	0.000147571
13	10.69	31.69	26/02/2020 18:29	13	3726	32.13	0.000156315
14	10.69	31.69	26/02/2020 18:29	14	3727	32.31	0.00016293
15	10.69	31.69	26/02/2020 18:29	15	3728	32.63	0.000175388
				16	3729	32.88	0.000185578
				17	3730	33.06	0.000193642
				18	3731	33.06	0.000193642
				19	3732	33.56	0.00021727
				20	3733	33.75	0.000226986
				21	3734	34.13	0.000247742
				22	3735	34.13	0.000247742
				23	3736	34.44	0.000266073
				24	3737	34.81	0.000289734
				25	3738	34.88	0.000294442
				26	3739	35.31	0.00032087

Fuente: Pachas, 2020.



**Figura 7.** Curvas del resultado del tratamiento penetración y letalidad del calor.  
**Fuente:** Pachas Loyola, G. G., 2020.

**Tabla 7***Resultado del tratamiento Lt.*

No	Tiempos	Temp i	LT
1	3714	30	9.57194E-05
2	3715	30.13	9.86279E-05
3	3716	30.13	9.86279E-05
4	3717	30.38	0.000104472
5	3718	30.63	0.000110662
6	3719	30.69	0.000112202
7	3720	30.94	0.00011885
8	3721	31.19	0.000125893
9	3722	31.38	0.000013152
10	3723	31.38	0.000013152
11	3724	31.38	0.000013152
12	3725	31.88	0.000147571
13	3726	32.13	0.000156315
14	3727	32.31	0.00016293
15	3728	32.63	0.000175388
16	3729	32.88	0.000185578
17	3730	33.06	0.000193642
18	3731	33.06	0.000193642
19	3732	33.56	0.00021727

Fuente: Pachas Loyola, G. G., 2020.

## VI. CONCLUSIONES

De la pesquisa monográfica se desprenden varias opiniones validas de las ocurrencias fenoménicas térmicas durante la pasteurización, donde podemos explicar algunos detalles resaltantes.

El empleo oportuno del insumo de apoya como liquido de gobierno el néctar de durazno por su versatilidad y adecuación; la relación esta entre 39.4% y 76.8% respectivamente.

El tiempo relativo por etapas para el tratamiento térmico fue de 28.1 – 21.2 minutos a una temperatura de  $< 80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un valor  $F_0$  de 26.4 minutos

El coeficiente de conductividad del envase  $0,0025\text{ (cal/sec)/(cm}^2\text{ C/cm)}$ .

Los valores electroquímicos fluctúan el pH entre 2 – 3, debido a la característica única de la membrana del arilo en su exterior e interior pH de 6 – 7 en un medio simple.

Tiempo total del proceso corresponde entre calentamiento y enfriamiento a 45.6 min.

## **VII RECOMENDACIONES**

Realizar trabajos de investigación con otros indicadores ingenieril y tecnológico.

Diversificar técnicas de análisis innovadores para la educación en los laboratorios que los aspirantes a investigadores puedan realizar sus respectivos desarrollos de programas en tiempo real cuántico.

Estudios auto gestionados de conjuntos pares.

## VIII REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

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

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

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

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

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

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

ROSALES P. H. A. (2010). Conservación de Alimentos por

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