



*Degradación de los componentes químicos presentes en los alimentos por influencia de la temperatura*

*Degradation of chemical components present in food due to the influence of temperature*

*Degradação de componentes químicos presentes nos alimentos devido à influência da temperatura*

Campo Morillo-Robles <sup>I</sup>  
[campo.morillo@esPOCH.edu.ec](mailto:campo.morillo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9551-2599>

Javier Ignacio Briones-García <sup>II</sup>  
[javier.briones@esPOCH.edu.ec](mailto:javier.briones@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-2675-3495>

Susana Segovia-Cáceres <sup>III</sup>  
[susana.segovia@esPOCH.edu.ec](mailto:susana.segovia@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8180-5334>

Norma del Rocío Toledo-Castillo <sup>IV</sup>  
[norma.toledo@esPOCH.edu.ec](mailto:norma.toledo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1116-760X>

**Correspondencia:** [campo.morillo@esPOCH.edu.ec](mailto:campo.morillo@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnica y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 17 de junio de 2023 \* **Aceptado:** 22 de julio de 2023 \* **Publicado:** 15 de agosto de 2023

- I. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- II. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- III. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- IV. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.

## Resumen

La temperatura es un parámetro físico que permite medir las sensaciones de calor y frío. Desde el punto de vista microscópico, la temperatura se considera representación de la energía cinética interna media de las moléculas que integran el cuerpo estudiado. La descomposición de los alimentos es un proceso influenciado por factores como la exposición a la luz, humedad, temperatura y sequedad, todos estos factores favorecen el crecimiento y acción de microorganismos creando un proceso de descomposición. La temperatura juega un papel importante en la degradación de los componentes químicos de los alimentos, las altas temperaturas pueden provocar la hidrólisis de los carbohidratos y el pardeamiento no enzimático de los alimentos ácidos, lo que ocasiona cambios químicos y bioquímicos, mientras que las bajas temperaturas afecta el crecimiento de microorganismos y contribuye a cambios en las propiedades físicas y organolépticas. En conclusión, la temperatura tiene una influencia significativa en la inocuidad y degradación de los alimentos. Afecta el crecimiento de microorganismos, la actividad enzimática y las reacciones químicas en los alimentos, lo que provoca cambios en su calidad, seguridad y contenido nutricional. El control adecuado de la temperatura durante la manipulación, almacenamiento y procesamiento es crucial para garantizar la seguridad de estos y mantener su calidad.

**Palabras claves:** Temperatura; degradación; alimentos; componentes químicos.

## Abstract

Temperature is a physical parameter that allows us to measure the sensations of heat and cold. From the microscopic point of view, temperature is considered a representation of the average internal kinetic energy of the molecules that make up the studied body. The decomposition of food is a process influenced by factors such as exposure to light, humidity, temperature and dryness, all these factors favor the growth and action of microorganisms creating a decomposition process. Temperature plays an important role in the degradation of the chemical components of food, high temperatures can cause hydrolysis of carbohydrates and non-enzymatic browning of acidic foods, which causes chemical and biochemical changes, while low temperatures affects the growth of microorganisms and contributes to changes in physical and organoleptic properties. In conclusion, temperature has a significant influence on food safety and degradation. It affects the growth of microorganisms, enzyme activity and chemical reactions in

food, causing changes in its quality, safety and nutritional content. Proper temperature control during handling, storage, and processing is crucial to ensure product safety and maintain quality.

**Keywords:** Temperature; degradation; food; Chemical components.

## Resumo

A temperatura é um parâmetro físico que nos permite medir as sensações de calor e frio. Do ponto de vista microscópico, a temperatura é considerada uma representação da energia cinética interna média das moléculas que compõem o corpo estudado. A decomposição dos alimentos é um processo influenciado por fatores como exposição à luz, umidade, temperatura e ressecamento, todos esses fatores favorecem o crescimento e a ação de microrganismos criando um processo de decomposição. A temperatura desempenha um papel importante na degradação dos componentes químicos dos alimentos, altas temperaturas podem causar hidrólise de carboidratos e escurecimento não enzimático de alimentos ácidos, o que causa alterações químicas e bioquímicas, enquanto baixas temperaturas afetam o crescimento de microrganismos e contribuem para alterações nas propriedades físicas e organolépticas. Em conclusão, a temperatura tem uma influência significativa na segurança e degradação dos alimentos. Afeta o crescimento de microorganismos, atividade enzimática e reações químicas nos alimentos, causando alterações em sua qualidade, segurança e conteúdo nutricional. O controle adequado da temperatura durante o manuseio, armazenamento e processamento é crucial para garantir a segurança do produto e manter a qualidade.

**Palavras-chave:** Temperatura; degradação; comida; Componentes químicos.

## Introducción

a predicción de la temperatura de un alimento sometido a un proceso es crucial desde el punto de vista tecnológico e ingenieril. Los alimentos por lo general son tratados mediante la aplicación de calor y frío con el fin de inactivar enzimas, eliminar microorganismos, potenciar propiedades sensoriales o ralentizar procesos de degradación. Experimentalmente podemos determinar la forma en que se calienta o enfría un alimento midiendo la variación de temperatura en el tiempo con un sensor llamado termocupla o termopar. [1]

El calentamiento o enfriamiento de un alimento puede ser modelado y simulado utilizando soluciones analíticas o numéricas de la ecuación de difusión de calor. Las soluciones analíticas de transferencia de calor han demostrado ser ecuaciones prácticas para alimentos que se asemejen a una forma regular, tales como: placa infinita, cilindro infinito y esfera. La simulación de la transferencia de calor de un alimento ha sido clásicamente aplicada para optimizar tiempos escaldados, cocción y enfriamiento, así como para predecir la degradación de componentes o inactivación de enzimas. Sin embargo, recientes investigaciones han manifestado su aplicación para determinar las propiedades térmicas de los alimentos, como la conductividad térmica (k) y el coeficiente de transferencia de calor por convección (h).[2]

## Metodología

Un alimento está alterado cuando en él se presentan cambios que limitan su aprovechamiento. El alimento alterado tiene modificadas sus características organolépticas y no son aptos para el consumo, sin que ello suponga siempre que sean peligrosos para la salud. Según la facilidad con la que se alteran los alimentos los podemos clasificar en:

**Estables o no perecederos:** Son aquellos que contienen menos de un 12% de agua libre. Por ejemplo, azúcar, harina, alubias secas etc.

**Semiperecederos:** Contienen menos de un 60% de agua libre o tienen ácidos o azúcares que dificultan el desarrollo microbiano. Es el caso de las patatas, manzanas, nueces sin cáscara, si se manipulan y conservan de forma adecuada tardan en alterarse

**Perecederos:** Se alteran con facilidad si no se utilizan procedimientos de conservación específicos.

**Los agentes que provocan este fenómeno de alteración, son principalmente los siguientes:**

**Agentes físicos:** son generalmente los atmosféricos, tales como el grado de humedad, actividad del agua, la temperatura y el tiempo.

**Agentes químicos:** el oxígeno del aire y la luz, que provocan fenómenos de oxidación, el pH y la acidez.

**Agentes biológicos:** es la propia composición del alimento, como puede ser el caso de las enzimas propias del producto y las procedentes de las bacterias, levaduras y mohos. También han de considerarse otros agentes como parásitos, roedores.[3]

## Factores extrínsecos

### a) Concentración de oxígeno

La concentración de oxígeno es un importante factor selectivo en todos los ambientes, incluidos los alimentos, que influye en los tipos de microorganismos presentes y en su metabolismo. Relacionado con ello, se habla de tres tipos de organismos:

**Aerobios:** aquellos que requieren la presencia de oxígeno para crecer

**Anaerobios:** aquellos que no crecen en presencia de oxígeno

**Facultativos:** los que pueden crecer tanto en presencia como en ausencia de oxígeno [4]

### b) Temperatura

La temperatura es uno de los factores que más puede condicionar su crecimiento. Un alto porcentaje de los microorganismos se desarrolla entre los 5 °C y los 60 °C, siendo su temperatura óptima de crecimiento los 37°C. Por ello, los alimentos habrá que mantenerlos bien por debajo o bien por encima de las temperaturas de desarrollo bacteriano. Por encima de los 100 °C los microorganismos empiezan a morir, mientras que si se sitúan por debajo de 0°C no mueren pero el crecimiento queda inhibido. Las temperaturas de refrigeración, entre 4°C y 8°C, son relativamente seguras. Es importante conocer cómo se comportan los microorganismos, en relación con las temperaturas de los alimentos:

**Choque de frío:** cuando un alimento se enfría rápidamente, muchos microorganismos que normalmente resistirían la temperatura de refrigeración, mueren como consecuencia de ello. A baja temperatura las rutas metabólicas de los microorganismos se ven alteradas.

**Congelación:** las temperaturas de congelación pueden variar desde la que se obtiene en un congelador casero (sobre -15°C) hasta las de un sistema de congelación potente (hasta -80°C). La congelación detiene el crecimiento de todos los microorganismos.

**Altas temperaturas:** las temperaturas superiores a las de crecimiento óptimo producen inevitablemente la muerte del microorganismo o le producen lesiones subletales. Las células lesionadas pueden permanecer viables, pero son incapaces de multiplicarse hasta que la lesión haya sido reparada.

### c) Humedad

Normalmente, las bacterias se desarrollan mejor cuanto mayor sea el grado de humedad. Por lo tanto, habrá que tener un grado de humedad bajo en las instalaciones, y también, secar los utensilios adecuadamente para que las bacterias no proliferen. Las manos de los manipuladores

son una importante vía de contaminación, por lo que habrá que realizar también un buen secado. Beneficiosos: son microorganismos usados en la fabricación de algunos productos como puede ser el caso de las bacterias ácido-lácticas en la elaboración de yogures, quesos o mantequilla. Alterantes: los microorganismos alterantes modifican la apariencia del alimento, provocando malos olores o sabores, o cambiando el color del mismo. En este caso, el alimento no tiene porqué ser dañino para el consumidor. Patógenos: los microorganismos patógenos resultan los más peligrosos, ya que no modifican el alimento aunque lo contaminen, por lo que al consumirlo se producen las toxiinfecciones.[5]

### **Métodos para la conservación de alimentos**

Los alimentos siempre son más frescos y de óptima calidad en el momento de su cosecha o matanza. Para mantener esta calidad en los alimentos que se van a consumir después, se los puede conservar con frío, calor, conservantes químicos o una combinación de estos métodos. El frío generalmente significa refrigeración o congelado. El calor incluye muchos métodos de procesamiento, tales como pasteurización, esterilización comercial y secado. Otras formas de conservar los alimentos incluyen agregarles ingredientes para su conservación procesarlos y por medio de fermentación. Alguien que quiere iniciar un emprendimiento en alimentos necesita una comprensión básica de las diversas técnicas de conservación antes de lanzar su empresa. Se procesan los alimentos crudos para que sean más fáciles de almacenar y consumir, y a veces se los convierte en algo que puede ser más deseable. Por ejemplo, el trigo se procesa para obtener harina, que se usa para fabricar pan y pasta. Las fresas pueden ser procesadas y transformadas en frutas congeladas/desecadas para usar en cereales, o pueden ser cocinadas para hacer mermelada.[6]

Los alimentos pueden clasificarse generalmente en cereales, frutas, verduras, productos lácteos y carnes. Los diferentes tipos de alimentos se conservan y procesan en diferentes formas para extender el período de tiempo en que pueden ser transportados, exhibidos en un negocio, comprados por el consumidor y finalmente consumidos. La composición física y química de los alimentos ayuda a determinar el tipo de proceso requerido para su conservación. Otros factores que influyen al momento de elegir el método de conservación son: qué producto final se desea obtener, tipo de envase, costo y métodos de distribución. [7]



## El papel del agua y la acidez en la conservación

Los dos factores más importantes en la composición química que afectan la manera en que se conserva un alimento son el contenido de agua y la acidez. El contenido de agua incluye el nivel de humedad, pero algo todavía más importante es la actividad del agua. La actividad del agua ( $a_w$ ) se refiere al estado de energía del agua en el alimento, lo que determina: [8]

Gráfica 1 Nivel de actividad del agua para el crecimiento de microorganismos

$a_w$	Microorganismos que crecen en este nivel de actividad del agua
0.95	<i>Salmonella spp.</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , algunas levaduras
0.90	<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
0.87	Levaduras, <i>Staphylococcus aureus</i>
0.80	Moho, <i>Saccharomyces spp.</i>
0.60	Algunas levaduras y moho

## Actividad del agua en algunos alimentos comunes

Gráfica 2 Rango de alimentos

$a_w$ range	Alimento
0.95–0.99	Carne fresca, pescado
0.90–0.95	Pan
0.85–0.95	Queso
0.80–0.91	Mermelada
0.75–0.90	Miel, jarabes
0.60–0.90	Pasteles, masas
0.60–0.75	Frutas secas
0.20–0.35	Galletas saladas

Los alimentos con menor actividad de agua son menos propensos a descomponerse a causa de microorganismos y tienen menos cambios químicos indeseables durante su almacenamiento.

La actividad pura es de 1.0 (o 100% de humedad relativa). Una galleta salada seca tiene una actividad del agua de aproximadamente 0.2, y la mermelada tiene una actividad del agua de

alrededor de 0.85. Un nivel bajo de actividad del agua indica que hay menos agua libre en el alimento.[9]

Gráfica 3 Niveles de pH de alimentos comunes

Rango de pH	Alimento
7.1-7.9	Huevos
6.3-8.5	Leche
5.3-5.8	Pan
5.0-7.0	Carne
4.8-7.3	Pescado
4.0-7.0	Vegetales
3.3-7.1	Fruta
3.1-4.5	Frutos del bosque

### Técnicas de conservación

Los alimentos a menudo se conservan con una combinación de formulación (agregando ingredientes), procesamiento (por calor o frío), y métodos de distribución (estable a temperatura ambiente, refrigerado, congelado). Al elegir el mejor método para conservar un producto, los encargados de procesarlo deben prestar mucha atención al pH y la actividad del agua, al tiempo que consideran cómo cierta técnica de conservación va a afectar la calidad del producto final.[10]

### Refrigeración

Los alimentos potencialmente peligrosos, aquéllos con un pH mayor que 4.6 y una actividad del agua mayor que 0.85, deben ser mantenidos por debajo de 40°F. Ellos incluyen carnes y aves cocidas, leche y productos lácteos, huevos, productos hechos con huevo, mariscos y pescados. Los alimentos que no se pueden desecar o enlatar, o que necesitan mantenerse frescos también se pueden conservar por refrigeración, por ejemplo las frutas y verduras percederas, carnes y aves, queso, yogur, salsa sin cocinar y leche de soya.[11] Estos productos tienen una vida limitada en los anaqueles porque la refrigeración solo demora el crecimiento de bacterias pero no lo impide. El manejo inadecuado durante el envío y por parte del consumidor puede aumentar el crecimiento de bacterias y debe tenerse en cuenta al momento de determinar la vida en los anaqueles. Además, estos productos tienen un mayor costo de envío y almacenaje debido a la necesidad de



mantenerlos refrigerados debidamente. No obstante, estos productos son muy atractivos para los consumidores porque son frescos y convenientes.[12]

### **Congelación**

La congelación se puede usar para conservar una gran cantidad de productos alimenticios. La comida congelada comercialmente se guarda a entre  $-10^{\circ}\text{F}$  y  $20^{\circ}\text{F}$ . La congelación detiene el crecimiento de bacterias, pero no elimina las bacterias. Si se lo procesa con cuidado, un alimento congelado mantendrá la calidad de su color, textura y sabor por mucho tiempo. Las comidas congeladas, tales como la carne, que necesita descongelarse para el consumo, son menos convenientes que las comidas frescas. Sin embargo, los consumidores perciben a estos alimentos (como las comidas y postres congelados) como más convenientes que hacerlos en casa. Además, perciben a las frutas y verduras congeladas como más frescas que las enlatadas. Al igual que con la refrigeración, los alimentos congelados comercialmente tienen la desventaja de mayores costos de distribución y almacenamiento, además del costo de energía para congelar inicialmente el producto.[13]

### **Secado (tradicional, congelado-secado, secado por atomización o spray)**

Los alimentos deshidratados tienen una vida de anaquel más larga debido a que la extracción de humedad reduce la actividad del agua a menos de 0.50 para que los organismos dañinos no puedan crecer. Las frutas y verduras se pueden desecar y vender así, o usar en otros productos secos que tienen larga vida, tales como cereales o barras de cereal. El secado tradicional usa calor, aire y tiempo en varios procesos que permiten extraer la humedad hasta el nivel deseado. El congelado-secado es una forma de deshidratación en la que el producto se congela y se le extrae el agua en forma de vapor. El secado por atomización o spray es un método que rápidamente seca un compuesto acuoso rociándolo con pequeñas gotitas en una cámara caliente. La leche que es sometida a este proceso se vende como leche en polvo que puede ser reconstituida. La reducción del contenido de humedad por medio del tratamiento de calor para secar el producto puede ser cara, dependiendo del tiempo que se requiera. Además, generalmente se asocia cualquier método de secado con una pérdida en la cantidad y calidad. [14]

## Pasteurización

La pasteurización usa un tratamiento de calor por un tiempo corto para destruir los microorganismos dañinos que pueden estar en la comida sin afectar negativamente el sabor ni el color de ésta. Se aplica este proceso para asegurar que el alimento tratado es seguro para el consumo humano. La pasteurización es la forma más común usada en líquidos como leche y jugos. La leche es el alimento más comúnmente pasteurizado. La leche pasteurizada a alta temperatura por corto tiempo se calienta por 15 segundos a 161°F. La leche pasteurizada a muy alta temperatura se calienta por 2 segundos a 280°F. Estos tratamientos con diferente tiempo/temperatura para la leche son igualmente efectivos para reducir las bacterias nocivas y muchos microbios dañinos. Además de hacer que el producto sea más seguro para el consumo humano, la pasteurización también aumenta la vida útil de éste. [15]

Gráfica 4 Métodos de pasteurización

Producto	Temperatura	Tiempo
Leche	145°F	30 min.
	161°F	15 sec.
	280°F	2 sec.
Jugo	155°F	30 min.
	180°F	15 sec.
Huevos frescos	130°F	45 min.

## Proceso térmico (Alimentos enlatados de baja acidez)

Los alimentos que se almacenan a temperatura ambiente y se venden en un envase sellado (ya sea de metal, vidrio o plástico laminado) son procesados con calor para destruir los microorganismos que pueden echarlo a perder o representar un peligro para la salud. Estos alimentos procesados con calor se denominan “comercialmente estériles”, o más comúnmente “estables en los anaqueles”. El tiempo y la temperatura necesarios para que los alimentos sean estables en los anaqueles dependen de varios factores, incluido el pH y la naturaleza física de la comida, el tipo y tamaño del envase. Por ejemplo, los alimentos enlatados de baja acidez (aquellos con un pH mayor que 4.6 y actividad del agua superior a 0.85) necesitan ser calentados a alta temperatura

(240oF) para asegurarse que se destruye el *Clostridium botulinum*. En la mayoría de los casos se necesita una olla de presión para alcanzar temperaturas tan altas.[16]

### **Acidificación (Alimentos acidificados)**

Añadir ácido a un producto con un pH inicial mayor de 4.6 a fin de que baje a menos de ese número se llama acidificación. Esto resulta en un alimento acidificado. Las frutas y vegetales bajos en ácido (aquellos con un pH superior a 4.6) generalmente son conservadas por acidificación. Las frutas y verduras acidificadas (a las que a veces se llama “encurtidos” o “en vinagre”) pueden ser fermentadas o no fermentadas. Fermentados son aquellos productos con un pH inicial superior a 4.6, que son colocados en salmuera (una solución de agua y sal), en la que las bacterias (naturales o cultivadas y agregadas) convierten a los carbohidratos en ácido. Esto acidifica el producto y lo hace estable en los anaqueles sin necesidad de refrigeración. El repollo ácido (sauerkraut) es un ejemplo de una comida tradicionalmente fermentada. Los productos no fermentados son acidificados agregándoles ácido por ejemplo vinagre o ácido cítrico-. En el pasado, la mayoría de los alimentos acidificados eran fermentados en el hogar, pero al crecer la demanda de un abastecimiento constante y de mayor volumen, se hizo más común agregar ácido directamente.[17]

### **Análisis de resultado**

#### **Influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización de la pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia*) en la cinética de degradación térmica de vitamina C**

El camu camu es un fruto no climatérico, los productores comercializan el fruto maduro al estado fresco; sin embargo, es un producto altamente perecedero, por lo que lo transforman y lo comercializan como pulpa fresca o pasteurizada; también lo venden a las empresas agroindustriales, quienes lo transforman en harina (frutos verdes y verde pintón) o polvo deshidratado (frutos verdes pintón y maduros). El tratamiento con calor son las técnicas más utilizadas para destruir microorganismos e inactivar enzimas. Entre estas técnicas, el más usado es la pasteurización, que consiste en tratamiento térmico leve, que coadyuva al incremento de la vida útil del alimento. Algunos empresarios que comercializan pulpa de camu camu, lo pasteurizan, dando como resultado muchas veces, la alteración del sabor de la pulpa, debido a la

degradación de la vitamina C. La pulpa de frutas, por la complejidad de su composición se ven afectados positiva o negativamente frente a una acción física (tratamiento térmico – pasteurización).

### **¿Influirá la temperatura (70°C, 80°C y 90°C) en los parámetros cinéticos de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia*)?**

Ordóñez-Santos y Martínez-Girón (2019) estudiaron la influencia de la temperatura en la degradación de carotenoides, vitamina C y provitamina A en jugo de tomate de árbol a 70, 80 y 90°C. El procesamiento térmico redujo significativamente la concentración de los compuestos bioactivos, y la degradación térmica en los fitoquímicos evaluados siguió una cinética de primer orden, siendo las siguientes energías de activación ( $E_a$ , kJ/mol):  $\alpha$ -caroteno (69.75),  $\beta$ -caroteno (59.50), provitamina A (51.67), zeaxantina (43.66), vitamina C (41.27), licopeno (18.84) y  $\beta$ -criptoxantina (18.23). El estudio cinético y el análisis termodinámico del jugo de tomate de árbol mostró que la termorresistencia en los fitonutrientes respondió en el siguiente orden:  $\beta$ -criptoxantina > licopeno > vitamina C > zeaxantina > provitamina A >  $\beta$ -caroteno >  $\alpha$ -caroteno.

Chiroque (2017) publicó los resultados de la tesis: “Degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Haden y su predicción microbiológica del tiempo de vida útil utilizando el modelo Gompertz”, aplicó modelos matemáticos y pruebas aceleradas por efecto de la temperatura obteniendo como resultado un orden de velocidad de reacción de  $n=1$  (orden uno) en la pulpa de mango sin adición de conservantes. Predijo su periodo de vida útil el cual dio como resultado 3.5 días a 4°C, y según las pruebas aceleradas el índice de madurez del mango fresco es de 26.53 y la temperatura de concentración disminuye la vitamina C, desde 14.6 mg a 6.2 mg en el caso de  $T=85^\circ\text{C}$ , aplicado en un sistema abierto. Obtuvo mediante Arrhenius una pendiente de  $E_a/R= 4496.6 \text{ J/mol}^\circ\text{K}$ . Demostró que a mayor tiempo y temperatura la vitamina C sufre una mayor degradación.

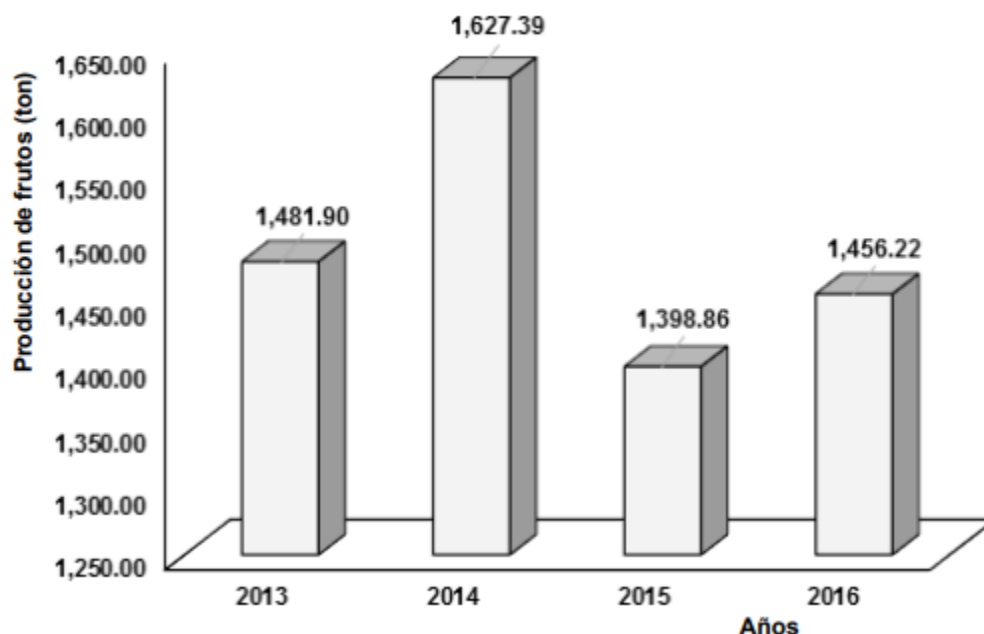
El camu camu (*Myrciaria dubia*) es una fruta nativa de las zonas aluviales de la Amazonia Peruana que tiene particularidades que la hacen atractiva no solo para el consumo humano sino también para fines de preservación del medio ambiente. El camu camu es un recurso muy importante desde el punto de vista ambiental, por su gran resistencia a las inundaciones puesto que logra desarrollarse sin problemas en las orillas de los ríos, aguas oscuras y claras, además

resiste más de cinco meses bajo el agua sin ahogarse. El valor del camu camu es inestable para la economía de los pobladores nativos de zonas rurales de la selva, debido a que en el futuro puedan ocurrir pérdidas económicas grandes por este concepto, valorizando los hidromórficos suelos, al capitalizar los predios ribereños y al disminuir sobre los bosques la presión, entre otros.

Producción de camu camu en Ucayali

El gobierno regional de Ucayali viene incentivando el cultivo de camu camu, en el año 2016, la siembra ascendió a 975.

Tabla 1 Producción de camu camu de los últimos cuatro años



Modelamiento de la degradación de compuestos Aplicando el principio fundamental de la cinética química, la velocidad y el grado de degradación dependen de la composición, pH, condiciones de proceso y almacenamiento. En general, la pérdida de calidad de los alimentos es evaluada por la medición de una cualidad característica indicada por “X” (Giraldo 1999). El cambio en la cualidad con el tiempo (dX/dt) puede comúnmente representarse mediante la

ecuación cinética:  $\frac{dx}{dt} = -k \cdot x^n$

Donde X viene a ser un factor físico, químico, microbiológico o sensorial de calidad; por su parte, k es la constante de velocidad y depende de la temperatura; a n se denomina orden de la

reacción y establece si la velocidad de cambio, es dependiente de la cantidad presente de X y t es el tiempo.

Gráfica 5 Composición física y química del camu camu.

Composición		Calidad	Tamaño
Corteza	20%	Brix 5,2 -7,3%	Diámetro longitudinal 2,6 – 3,0 cm
Semillas	29%	pH 3,0 – 3,2%	Diámetro transversal 2,8 - 9,5 cm
Pulpa	51%	Acidez: 2,0 – 2,2% Ac. Ascórbico. Peso 10,0 – 12 g	Peso 6,8 – 9,5 gr

Un sistema fisicoquímico de alta complejidad es la cinética de las reacciones de los alimentos puesto que involucra diversas variables físicas, químicas y coeficientes que en su mayoría son imposibles de cuantificar. Presenta particularidades en sus atributos que cambian como la textura, sabor y casi siempre representan modelos cinéticos de orden cero o de primer orden. La

expresión que representa el modelo para una reacción de orden cero es:  $\frac{dx}{dt} = -k$

Mientras que para una reacción de primer orden, se tiene:  $\frac{dx}{dt} = -k \cdot x$

## Discusión

La descomposición de los alimentos es un proceso influenciado por factores como la exposición a la luz, humedad, temperatura y la sequedad. Se ocasiona por todos estos factores que favorecen el crecimiento y acción de microorganismos y mohos creando un proceso de descomposición de alimentos.[18]

Los alimentos son productos perecederos, con un periodo de conservación limitado que varía en función del producto y que puede ser más o menos largo. Microorganismos patógenos, virus, mohos y levaduras están relacionados con el proceso de deterioro de los alimentos. Es importante recordar también que hay ciertas condiciones que aceleran esta descomposición, como la luz, el oxígeno, la temperatura o la humedad. En este artículo se analizan las principales causas de descomposición de alimentos y qué medidas de prevención pueden aplicarse para evitarlo.[19]



Los tratamientos térmicos son los métodos más utilizados para estabilizar productos porque tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar enzimas. Los alimentos son conservados por un método llamado procesado térmico que da accesibilidad al consumidor. La muerte de microorganismos y la pérdida de constituyentes deseables como nutrientes, color, aroma y textura ocurre durante el tratamiento térmico.[20]

## Conclusiones

Cuando la temperatura no se controla de forma adecuada, el riesgo de que un alimento se descomponga es mayor. Mantener un producto entre 5°C y 65°C durante más de dos horas es sinónimo de proliferación de patógenos. A estas temperaturas, las bacterias pueden duplicar su número cada 20 o 30 minutos.

La temperatura de los alimentos debe ser controlada para mantener el crecimiento microorganismos alterantes y patógenos bajo control. La temperatura es importante para garantizar que la calidad de los alimentos no se vea afectada y que no se eche a perder.

## Referencias

1. A. Guevara and K. Cancino, “Metodos apropiados para inactivar o controlar el deterioro microbiológico en alimentos,” *Univ. Nac. Graria la Molina*, vol. 2, pp. 1–127, 20017, [Online]. Available: <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/Separata Metodos apropiados para evitar el deterioro microbiologico en alimentos.pdf>.
2. P. Juliarena and R. Gratton, “Conservación de los alimentos,” *Unicen*, pp. 1–12, 2013, [Online]. Available: <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tecnoambiente/CAP03.pdf>.
3. J. Vidaurre, “Transferencia de calor en alimentos-I: Simulación de la transferencia de calor y variables de propiedades térmicas de los alimentos.,” *Researchgate*, vol. 86, no. 3, pp. 2–6, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.34301.00483.
4. H. Greenfield and D. a. T. Southgate, *Datos de composición de alimentos. Obtención, gestión y utilización*. 2006.
5. A. Vanaclocha and J. Requena, “Alteración de los alimentos,” *Procesos Conserv.*

- Aliment.*, pp. 35–45, 2016, [Online]. Available:  
<https://es.scribd.com/doc/274218988/Procesos-de-Conservacion-de-Alimentos-Ana-Casp-Jose-Requena%0Ahttps://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/10/7.Alteración-de-los-alimentos.pdf>.
6. F. Noguera and S. Gigante, *Principios de la preparación de alimentos*. 2018.
  7. D. R. Belén-Camacho, M. J. Moreno-Álvarez, R. Alemán, and F. Álvarez, “Efecto de la temperatura de secado sobre la degradación de carotenoides en frutos de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst),” *Cienc. y Tecnol. Aliment.*, vol. 4, no. 3, pp. 206–210, 2004.
  8. T. M. Gutiérrez Valencia, O. L. Hoyos Saavedra, and G. Cuervo Ochoa, “ESTUDIO CINÉTICO DE LA DEGRADACIÓN TÉRMICA DE TRANS-X-CAROTENO EN UCHUVA,” *Biotechnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 14, no. 1, p. 126, 2016, doi: 10.18684/bsaa(14)126-134.
  9. K. Cavalcanti, “Universidad Nacional Del Centro Del Peru Facultad De Ingenieria En Industrias Alimentarias,” *Univ. Nac. del Cent. del Perú*, p. 76, 2015, [Online]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1590%0Ahttps://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1693>.
  10. F. A. Mendoza-Corvis, E. J. Hernández, and L. E. Ruiz, “Efecto del escaldado sobre el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de mango de hilacha (*Mangífera indica* var magdalena river),” *Inf. Tecnol.*, vol. 26, no. 3, pp. 9–16, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000300003.
  11. K. Clayton, D. Bush, and K. Keener, “Emprendimientos alimentarios - Métodos para la conservación de alimentos,” *Purdue Extensión*, p. 6, 2010, [Online]. Available: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FS/FS-15-S-W.pdf>.
  12. N. Veliz Sedano, C. Espinoza Silva, and M. Quispe Solano, “Formulación y cinética de la degradación de antocianinas del néctar de zarzamora silvestre sp. por tratamiento,” *Prospect. Univ.*, vol. 9, no. 1, pp. 69–76, 2022, doi: 10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2012.9.38.
  13. T. B. Campos Martin, “Universidad nacional intercultural de la amazonía,” pp. 34–47,

2017.

14. U. Nacional, D. E. L. Centro, and D. E. L. Perú, “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DEL ACIDO ASCORBICO DURANTE LA CONSERVACIÓN POR REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN DE LA PULPA DE CAMU CAMU ( Myrciaria Dubia (H.B.K.) Mc Vaugh),” 2021.
15. A. Gutiérrez and D. Gil, “Trabajo Fin de Grado en Criminología,” pp. 1–164, 2019, [Online]. Available: <https://sabi.bvdinfo.com/%0Ahttps://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/17675/GARCIAABASCALPAOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27436>.
16. L. Díaz, P. Tarifa, S. Olivera, F. Gerje, M. Benítez, and P. Ercoli, *Alimentos: Historia, Presente y Futuro*. 2014.
17. Escola Estadual de Educação Profissional - EEEP, “Microbiologia de Alimentos,” p. 66, 2012, [Online]. Available: [https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/nutricao\\_e\\_dietetica\\_microbiologia\\_de\\_alimentos.pdf](https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/nutricao_e_dietetica_microbiologia_de_alimentos.pdf).
18. “De la egresada Ligia Elizabeth Zambrano Ruiz , previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos .,” 2007.
19. M. L. Carrillo Inungaray and A. Reyes Munguía, “Vida útil de los alimentos / Lifetime food,” *CIBA Rev. Iberoam. las Ciencias Biológicas y Agropecu.*, vol. 2, no. 3, p. 32, 2014, doi: 10.23913/ciba.v2i3.20.
20. L. Acurio, J. Villacís, D. Salazar, L. Pérez, and A. Valencia, “Efecto de la temperatura y radiación ultravioleta de onda corta en el contenido de ácido L-ascórbico en zumo de naranja ( Citrus sinensis ),” *Aliment. hoy*, vol. 23, no. 36, pp. 75–87, 2015, [Online]. Available: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/documents/efectodelatemperaturayradiacionultravioletadeondacortaenelcontenidodeacidol-ascorbicoenzumodenaranja.pdf>.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).