

**Determinación del tiempo de vida útil de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*)  
utilizando pruebas aceleradas**

**Determination of shelf life of passion fruit (*Passiflora edulis*) pulp using accelerated  
tests**

Joel Domínguez<sup>1,a</sup>, José L. Sosa<sup>1,b,\*</sup>, Pedro Palacios<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup> Universidad Católica Sedes Sapientiae, Piura, Perú.

<sup>a</sup> Ing., ✉ [jfdominguez@ucss.edu.pe](mailto:jfdominguez@ucss.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0002-4589-9529>

<sup>b</sup> M.Sc., ✉ [jsosa@ucss.edu.pe](mailto:jsosa@ucss.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0001-8149-8063>

<sup>c</sup> M.Sc., ✉ [ppalacios@ucss.edu.pe](mailto:ppalacios@ucss.edu.pe),  <https://orcid.org/0009-0003-6232-8909>

\* Autor de Correspondencia: Tel. +51 975048801

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20243.1010>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

[revista.riagrop@untrm.edu.pe](mailto:revista.riagrop@untrm.edu.pe)

Recepción: 16 de marzo 2024

Aprobación: 20 de mayo 2024

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



### Resumen

Con el objetivo de determinar el tiempo de vida útil de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) se llevó a cabo pruebas aceleradas que consistieron en modificar las condiciones de almacenamiento y temperatura. Se aplicó un cuidadoso proceso en la obtención de pulpa de maracuyá y se analizaron las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales; estos análisis se hicieron al inicio y a intervalos de tiempo determinados. Los datos del conteo microbiano fueron usados para el modelamiento matemático (modelo de Gompertz y de Arrhenius). Los resultados mostraron que a menor temperatura de almacenamiento; la energía de activación microbiana tiende a ser menor, y mientras más baja sea la temperatura de almacenamiento del producto, más tiempo de vida útil tendrá la pulpa. A 10 °C la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) tuvo 37.6 días de vida útil, conservando sus características fisicoquímicas y organolépticas aptas para el consumo.

**Palabras claves:** Maracuyá, vida útil, microbiología predictiva, pruebas aceleradas.

## Abstract

To determine the shelf life of passion fruit (*Passiflora edulis*) pulp, accelerated testing was carried out, they, which consisted of modifying the storage and temperature conditions. A careful process was applied to obtain passion fruit pulp and the microbiological, physicochemical and sensorial characteristics were analyzed; these analyses were done at the beginning and at specific time intervals. The microbial count data were used for mathematical modeling (Gompertz and Arrhenius model). The results showed that at a lower storage temperature, the microbial activation energy tends to be lower, and the lower the storage temperature of the product, the longer the shelf life of the pulp. At 10 °C the passion fruit (*Passiflora edulis*) pulp studied had 37.6 days of shelf life, preserving its physicochemical and organoleptic characteristics suitable for consumption.

**Keywords:** Passion fruit, shelf life, predictive microbiology, accelerated testing.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de almacenamiento de productos, es de vital importancia la determinación del tiempo de almacenamiento y las condiciones, en general a estos aspectos nos referimos con tiempo de vida útil del producto. La mayoría de las frutas, tal como el maracuyá se almacena en forma de pulpa; pero aún es necesario la determinación del tiempo de vida útil (Ciabotti et al., 2000).

Es muy importante la determinación de vida útil de un producto para cuidar la salud de los consumidores, ya que ellos son el final de la cadena de distribución de un mercado y el punto más importante de esta. Actualmente es posible determinar el tiempo de vida útil de un producto alimenticio de forma rápida, normalmente haciendo uso de las pruebas aceleradas, las cuales utilizan la microbiología predictiva como punto principal, esta tiene una serie de pasos los cuales se basan en la utilización de modelos matemáticos (como el modelo de Gompertz y Arrhenius) para predecir el crecimiento microbiano. A esto se debe sumar la evaluación de todas las características, indicadoras de calidad de un producto; esto permite determinar el periodo que tienen para poder llevar a cabo una buena

cadena de distribución en el mercado (Lindley, 2015).

Por otra parte, para el sector industrial conoce el tiempo de vida útil de productos es de mucha importancia, sobre todo para adecuar las condiciones y tiempo de almacenamiento (Bejarano et al., 2014). En la comercialización de pulpa de maracuyá, aún no está muy claro el tiempo y condiciones de almacenamiento; pero el uso de pruebas aceleradas permitiría su rápido estudio. Las pruebas aceleradas conllevan una ventaja de tiempo con las pruebas convencionales, ya que predice el comportamiento de los productos y la evaluación de sus características asociadas a la calidad del mismo, al pronosticar cambios y, por lo tanto, determinar su tiempo mínimo para poder ser consumidos, con datos precisos contribuyendo al bienestar de los consumidores. Por ello el objetivo de esta investigación fue determinar el tiempo de vida útil de pulpa de maracuyá.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio del Centro de Enseñanza e

Investigación Agroindustrial (Facultad de Ingeniería Industrial), Laboratorio de Microbiología (Facultad de Ciencias) y el Laboratorio de Control de Calidad (Facultad de Ingeniería Pesquera) de la Universidad Nacional de Piura.

En el estudio se registraron datos a diferentes temperaturas y tiempos, las cuales son importantes en la determinación del tiempo de vida útil. Se utilizó pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) de la variedad amarilla (Flavicarpa). Se usaron 20 muestras para cada temperatura de almacenamiento (10, 15 y 25 °C); cada muestra tuvo 100 ml de pulpa. El tiempo de vida útil de la pulpa de maracuyá se determinó mediante el diseño experimental de bloques completamente aleatorizados, considerando como factores el tiempo y temperatura de almacenamiento; el diseño puede verse en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Diseño experimental de la pulpa de maracuyá variedad amarilla

| Variables      | Temperatura |          |          |
|----------------|-------------|----------|----------|
|                | 10 °C       | 15 °C    | 25 °C    |
| Tiempo (horas) | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 0              | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 0.8            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 1.2            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 2.4            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 3.6            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 4.0            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 5.2            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 5.6            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 6.0            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 6.4            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 6.8            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 8.0            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |
| 8.4            | N(UFC/g)    | N(UFC/g) | N(UFC/g) |

El análisis físico químico (humedad, pH, índice de madurez, contenido de vitamina C y rendimiento) se realizó al inicio y al final del estudio. El análisis microbiológico se realizó al inicio y a intervalos especificados en la Tabla 1;

para ellos se tuvo en cuenta la presencia de *Aspergillus spp.* Expresado en Unidades Formadoras de Colonia (UFC); se usó el modelo de Gompertz para determinar las curvas de crecimiento microbiano.

Al finalizar el estudio se realizó una prueba de análisis sensorial, por medio de un panel entrenado en degustación de pulpa.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis fisicoquímico de la pulpa de maracuyá

El porcentaje de humedad fue de  $85.19 \pm 0.21 \%$ , similares a los encontrados por Penteado et al. (2013), quienes reportaron valores de  $84.68 \pm 0.09 \%$ ; nuestro resultado para humedad fue menor a 88%, propuestos por Vaillant et al. (2001). El porcentaje de acidez titulable total (ácido cítrico) encontrado fue de  $4.160 \pm 0.003$  que se asemejan a los valores encontrados por Ciabotti et al. (2000), que reportó  $4.92 \pm 0.04$  g ácido cítrico/100 g. El pH inicial encontrado de la pulpa de maracuyá fue de  $2.82 \pm 0.006$ , similar a 2.87, reportados por Araujo et al. (2009) y 2.88, mostrado por Ciabotti et al. (2000).

La pulpa de maracuyá presentó 13.4 °Brix, indicando que se tiene 13.4g de sacarosa por cada 100 g de muestra; este resultado es menor a lo que especifica Lindley (2015), quien reporta 14-16 °Brix. Esta diferencia probablemente se deba al fenómeno del niño costero presentado en las fechas de evaluación, ya que esta fruta proviene del valle de san Lorenzo y debido a demasiada agua en los cultivos los sólidos solubles disminuyen un poco de lo habitual. Se encontró un índice de madurez de 3.17; un poco menor a lo manejado por Bejarano et al. (2014)

de 3.472; también se debería a fenómeno presentado.

La pulpa de maracuyá tuvo de 20.09 mg de vitamina C por cada 100 g de pulpa de fruta lo que concuerda con lo encontrado por Reina (1999) 20 mg/100 g de pulpa natural. El rendimiento de la pulpa de maracuyá fue de 30.5 %, similar a los resultados de Reina (1999), quien reportó valores de 30-40%.

**Tabla 2.** Propiedades fisicoquímicas de la pulpa de maracuyá

| Factor                       | Cantidad        |
|------------------------------|-----------------|
| Humedad                      | 85.19 ± 0.21 %  |
| % Acidéz (Ac. cítrico)       | 4.160 ± 0.003 % |
| Contenido deo azúcar (°Brix) | 13.4            |
| Ph                           | 2.82 ± 0.006    |
| Índice de madurez            | 3.17            |
| Vitamina C                   | 20.09 mg/ 100 g |
| % rendimiento de pulpa       | 30.5            |

### 3.2. Análisis microbiológico de la pulpa de maracuyá

Los análisis microbiológicos antes de iniciar el almacenado puede verse en la Tabla 3. Todos los resultados estuvieron en el rango presentado por Quintero (2012), donde de acuerdo con la NTC 5468 del 2007, las características microbiológicas de la pulpa de maracuyá deben presentar valores máximos en recuento de mohos (UFC/g) de 3 000, recuento de levaduras (UFC/g) con máximo 3 000, un NMP coliformes totales hasta 29/g y un NMP en coliformes fecales menor de 3/g. El producto estudiado cumplió con las especificaciones,

evidenciando su buen estado para consumo humano.

**Tabla 3.** Características microbiológicas de la pulpa pasteurizada de maracuyá

| Muestra           | Mohos (UFC/g) | Levaduras (UFC/g) | Coliformes totales (UFC/g) |
|-------------------|---------------|-------------------|----------------------------|
| Muestra inicial 1 | < 3           | < 3               | Negativo                   |
| Muestra inicial 2 | < 3           | < 3               | Negativo                   |
| Muestra inicial 3 | < 3           | < 3               | Negativo                   |

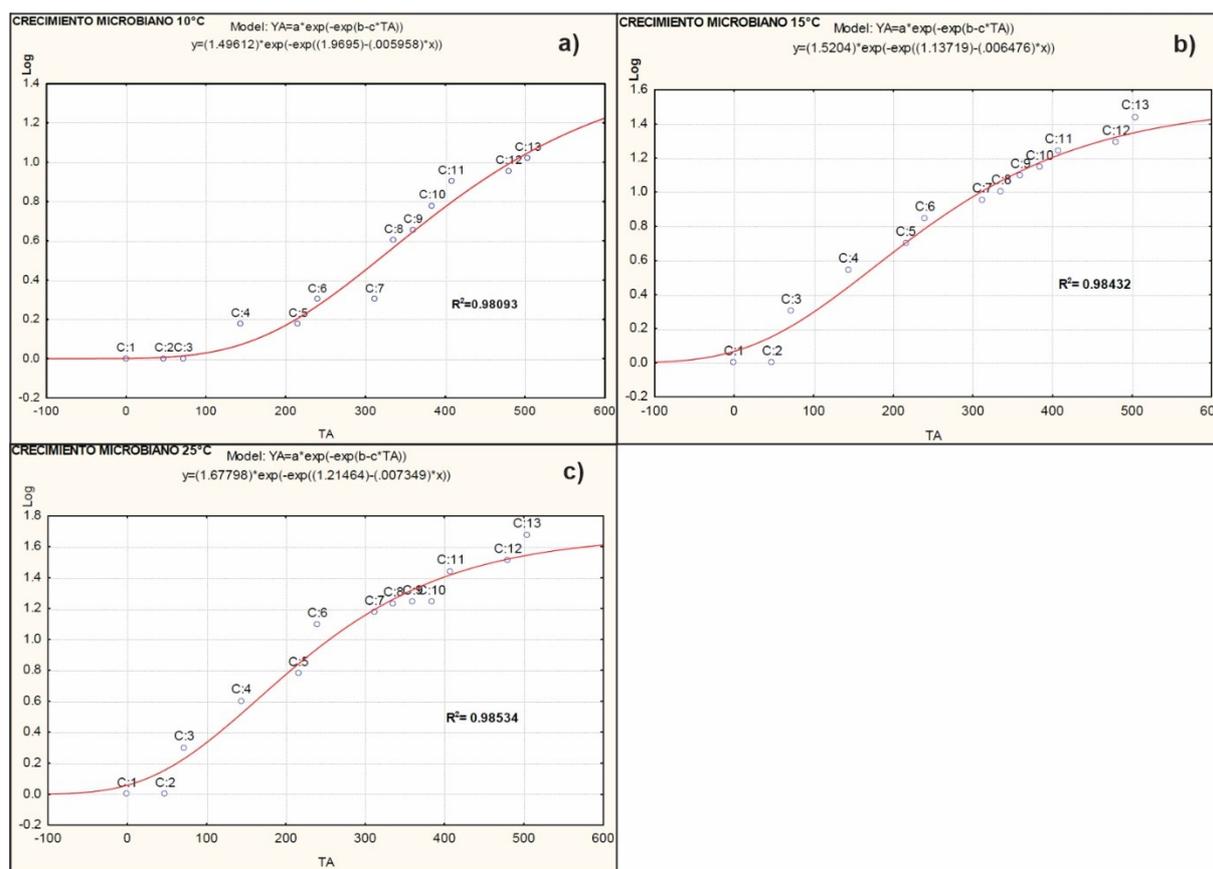
### 3.3. Determinación del periodo de vida útil de pulpa de maracuyá

El resultado del conteo de *Aspergillus spp.* Se puede visualizar en la Tabla 4. Se puede observar el incremento del número de unidades formadoras de colonia a medida que incrementa el tiempo de almacenamiento; además se pueden observar mayores incrementos a medida que la temperatura de almacenamiento aumenta. La temperatura es un aspecto fundamental en el desarrollo de la actividad microbiológica.

Con estos datos se construyeron las curvas de crecimiento microbiano (Figura 1). Los parámetros de la ecuación, para todas las temperaturas estudiadas, así pues, para temperaturas de almacenamiento se tiene  $a=1.49612$ ;  $b=1.9695$  y  $c= 0.005958$  para 10° C, para temperatura de 15 °C los valores fueron, para  $a=1.5204$ ;  $b=1.13719$  y  $c= 0.006476$ ; finalmente para 25 °C tenemos  $a=1.67798$ ;  $b=1.21464$  y  $c= 0.007349$ .

**Tabla 4.** Crecimiento microbiano de *Aspergillus spp.* en pulpa de maracuyá variedad amarilla a diferentes temperaturas

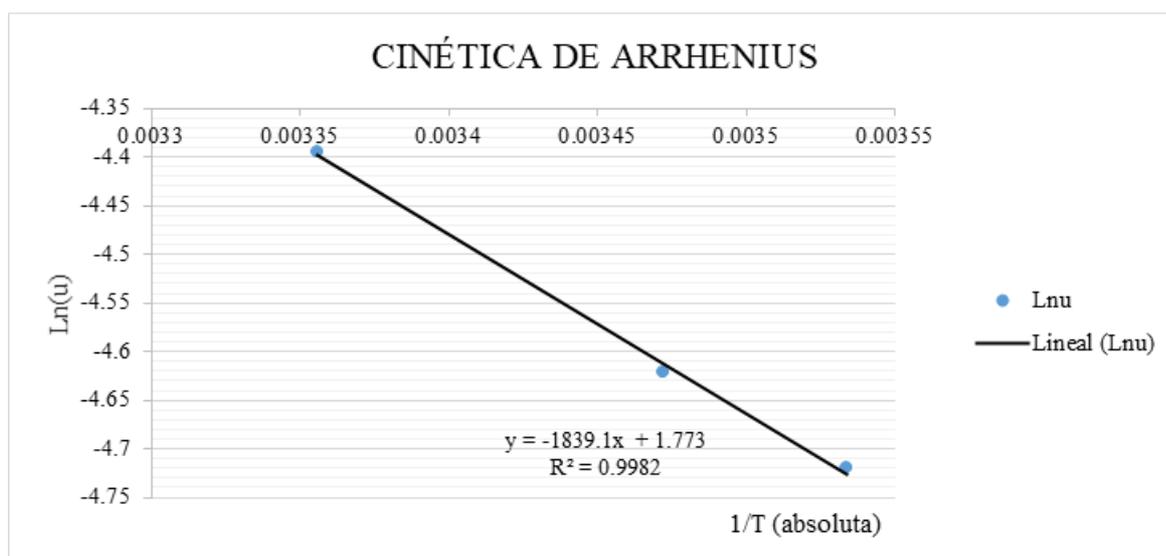
| Tiempo (horas) | T=10 °C |            | T=15 °C |            | T=25 °C |            |
|----------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
|                | N UFC/g | Log N/No   | N UFC/g | Log N/No   | N UFC/g | Log N/No   |
| 0              | 2       | 0          | 2       | 0          | 2       | 0          |
| 0.8            | 2       | 0          | 2       | 0          | 2       | 0          |
| 1.2            | 2       | 0          | 4       | 0.30103    | 4       | 0.30103    |
| 2.4            | 3       | 0.17609126 | 7       | 1.36648827 | 8       | 1.42448021 |
| 3.6            | 3       | 0.17609126 | 10      | 1.52139023 | 12      | 1.60057147 |
| 4.0            | 4       | 0.30103    | 14      | 1.66751826 | 25      | 1.91933024 |
| 5.2            | 4       | 0.30103    | 18      | 1.77666273 | 30      | 1.99851148 |
| 5.6            | 8       | 0.60205999 | 20      | 1.82242022 | 34      | 2.05286914 |
| 6.0            | 9       | 0.65321251 | 25      | 1.91933024 | 35      | 2.06545827 |
| 6.4            | 12      | 0.77815125 | 28      | 1.96854826 | 35      | 2.06545827 |
| 6.8            | 16      | 0.90308999 | 35      | 2.06545827 | 55      | 2.26175292 |
| 8.0            | 18      | 0.95424251 | 39      | 2.11245483 | 65      | 2.33430358 |
| 8.4            | 21      | 1.0211893  | 55      | 2.26175292 | 95      | 2.49911383 |



**Figura 1.** Curvas de crecimiento microbiano de *Aspergillus spp.* en la pulpa de maracuyá: (a) 10 °C, (b) 15 °C, y (c) 25 °C. C, número de microorganismos en aumento; TA, tiempo (horas).

En la Figura 2 se aprecia la gráfica de la ecuación de Arrhenius, de donde se puede inferir que la pendiente de la recta es igual a  $E_a/R = 1839.1$  y despejando la energía de activación ( $E_a$ ) es igual  $15291.14546$  (KJ/Kg), también se infirió que el  $\ln A$  es igual al intercepto de la recta que es

$1.773$ ; todos estos parámetros fueron llevado a la ecuación de Arrhenius donde la influencia de la temperatura esta explicada por la teoría cinética que dice que la energía cinética depende únicamente de la temperatura absoluta.



**Figura 2.** Gráfica de la ecuación de Arrhenius.

Para la ecuación de la Figura 2 se buscará reemplazar los datos y obtener el valor de  $\mu$  para cada una de las temperaturas de estudio, de la siguiente ecuación de Arrhenius:

$$\ln \mu = \ln A - (E_a/RT) \quad (1)$$

Donde  $R$  toma el valor de  $8.314472$  KJ/Kg\*°K. A través de una relación de valores, y teniendo en cuenta los lineamientos de la NTC 5468 (2007), donde el valor límite en un Recuento de Mohos (UFC/g) es de  $3000$  UFC/ml; se pudo obtener el tiempo de vida útil para las muestras. Así pues, para temperaturas de  $10$  °C la pulpa de maracuyá puede durar  $37.6$  días; a  $15$  °C tiene una duración de  $33.6$  días y para  $25$  °C solo  $27.1$  días. De acuerdo con esto, a una temperatura de

$10$  °C la pulpa de maracuyá natural sin conservantes tuvo un mayor tiempo de vida útil siendo; para Quintero (2012) la pulpa de maracuyá con adición de ácido ascórbico y ácido cítrico como conservantes puede durar  $12$  meses a  $-18$ °C sin interrumpir la cadena de frío.

### 3.4. Análisis fisicoquímico de la pulpa de maracuyá

El pH fue  $2.73 \pm 0.05$ ; el contenido de azúcar se mantuvo en  $13.4$  °Brix; la acidez fue  $4.4 \pm 0.5$ ; el porcentaje de humedad estuvo en  $85.49 \pm 0.49$ ; el porcentaje de cenizas fue  $0.89 \pm 0.02$ ; y el contenido de vitamina C se mantuvo entre  $13.57 \pm 1.85$ . Todos estos resultados concuerdan con los especificados por Lindley (2015) de  $14-16$  °

Brix; 3.6-5.2 % de acidez; 2.5-3.1 de pH; y lo publicado por Reina (1999) de un % de humedad de 85% similar a nuestro resultado y de un porcentaje de cenizas de trazas, que concuerdan al obtener menos del 1 % de cenizas en lo que respecta a vitamina C comenzó con un contenido de 15.41 mg/100 g estando en los parámetros de 14-18 mg/100 g publicados por Castillo Y Miranda (1995).

### 3.5. Análisis sensorial de la pulpa de maracuyá

La aceptación durante las pruebas sensoriales fue positiva, los jueces calificaron como “me gusta” y “me gusta mucho” cuando probaron la pulpa de maracuyá. Las muestras procedentes de un almacenamiento a 10 °C mostraron mejores valoraciones; pero todas las muestras tuvieron aceptabilidad de los jueces en el tiempo determinado por las pruebas aceleradas. La Tabla 5 muestra los resultados de la prueba sensorial a la que fueron sometidas las diferentes muestras.

**Tabla 5.** ANOVA del análisis sensorial

| Variable  | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F <sub>0</sub> | F(α, GL)    |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------------|----------------|-------------|
| Muestras  | 19.57692308       | 38                 | 0.515182186               | 4.5764235 >    | 1.51014603  |
| Atributos | 1.916666667       | 3                  | 0.638888889               | 5.6753246 >    | 2.684201116 |
| Error     | 12.83333333       | 114                | 0.112573099               |                |             |
| Total     | 34.32692308       | 155                |                           |                |             |

Se puede inferir que las medias de los tratamientos y bloques tienen efecto significativo sobre la apreciación sensorial; es decir se presentan cambios organolépticos en la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*), durante su almacenamiento.

## 4. CONCLUSIONES

El tiempo de vida útil de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) natural sin adición de conservantes fue a de 37.6 días a una temperatura 10 °C. Esto fue determinado por microbiología predictiva, modelo de Gompertz y el modelo de Arrhenius; en estas condiciones las propiedades fisicoquímicas y las propiedades sensoriales mantienen niveles adecuado para el consumo humano.

### Declaración de intereses

Ninguna.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a Cienciaactiva CONCYTEC por financiar esta investigación bajo el convenio de subvención 289-2021-FONDECYT.

### Referencias

- Araujo, A. A. (2009). Caracterização físico-química da polpa de maracujá do Mato. Obtenido de Congreso latinoamericano de analistas de alimentos 2 (SBAAL).
- Bejarano, I., Quispe, S., & Silva, S. (2014). Licuefacción enzimática y caracterización de las propiedades reológicas de pulpa de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Revista de Investigación
- Castillo, P., y Miranda, L. (1995). Cinética de degradación

de la vitamina C en jugo concentrado y congelado de maracuyá. *Tecnología de alimentos*.

Ciabotti, E.D. (2000). Alteraciones de características físico-químicas de pulpa de maracuyá amarillo sometido a diferentes técnicas de congelamiento inicial. *Revista Brasileira de Productos Agroindustriais.*, 51-60.

Lindley, C. (2015). [www.lindley.pe](http://www.lindley.pe). Obtenido de: [http://www.lindley.pe-export/passion-fruit-juice-specification-2015.pdf](http://www.lindley.pe/export/passion-fruit-juice-specification-2015.pdf).

Norma Técnica Colombiana 5468, N. (2007). Norma-Técnica-Colombiana-NTC-5468. Obtenido de Norma-Técnica-Colombiana-NTC-5468: <https://es.scribd.com/doc/135780387/Norma-Técnica-Colombiana-NTC-5468>

Penteado, D.T. (20 de agosto de 2013). Análises físico-químicas da polpa de maracujá amarelo azedo

(*Passiflora edulis flavicarpa*). Obtenido de Análises físico-químicas da polpa de maracujá amarelo azedo (*Passiflora edulis flavicarpa*): <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_00471990167.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_00471990167.pdf)>.

Quintero, A. (01 de septiembre de 2012). Ficha Técnica Producto Terminado Pulpa De Maracuyá. Obtenido De Ficha Técnica Producto Terminado Pulpa De Maracuyá: [Www.haciendazh.com](http://www.haciendazh.com)

Reina G.C.E. (1999). Manejo pos cosecha y evaluación. En D. P. Carlos Emilio Reina G., & R. Sánchez Sánchez, Manejo postcosecha y evaluación (págs. 7-9). Colombia: Universidad Sur colombiana.

Vaillant, F.M. (2001). Strategy for economical optimization of the clarification of pulpy fruit juices using crossflow microfiltration. *Elsevier Journal of Food Engineering*, 83-90.