

# DISEÑO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA PULPA DE ACEROLA, MALPIGHIA EMARGINATA

## DESIGN OF THE DEHYDRATION PROCESS OF ACEROLA PULP, MALPIGHIA EMARGINATA

CABRERA VIDAL, C. P., GARCÍA ENRÍQUEZ F. A.

### RESUMEN

Con el propósito de la elaboración de un producto de conserva con alto contenido de vitamina C a partir de la pulpa de acerola, *Malpighia Emarginata*, que beneficie a la salud de la población mediante el proceso de deshidratación por aire caliente. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos como humedad, pH, Grados Brix, Cenizas, Porcentaje de grasas y el porcentaje de fibra de la pulpa de acerola, *Malpighia Emarginata*. Se obtuvieron las curvas de secado a 40 y 60 °C a partir de acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca y congelada. Se propuso el proceso de deshidratación del fruto de la acerola, *Malpighia Emarginata*. Experimentalmente se determinó el contenido de vitamina C en el producto secado a 40, 60, 80 y 100 °C, donde se demostró la pérdida de vitamina C que sufre en cada combinación de las variables. Se determinaron los parámetros óptimos para la mejor forma de deshidratación estos son: la temperatura de 40 °C y tiempo de 37 horas, obteniendo así 641,14 miligramos de vitamina C a partir de 100 g de la fruta fresca.

### PALABRAS CLAVE

Acerola *Malpighia Emarginata*, Vitamina C, Deshidratación, Curvas de secado.

### ABSTRACT

With the purpose of preparing a canned product with a high content of vitamin C from the pulp of acerola, *Malpighia Emarginata*, which benefits the health of the population through the process of dehydration by hot air. Physicochemical parameters such as moisture, pH, Brix degrees, ash, percentage of fat and percentage of fiber in the pulp of acerola, *Malpighia Emarginata*, were determined. Drying curves at 40 and 60 °C were obtained from fresh and frozen acerola, *Malpighia Emarginata*. The dehydration process of the acerola fruit, *Malpighia Emarginata*, was proposed. Experimentally, the content of vitamin C in the dried product was determined at 40, 60, 80 and 100 °C, where the loss of vitamin C suffered in each combination of variables was demonstrated. The optimal parameters for the best form of dehydration were determined, these are: temperature of 40 °C and time of 37 h, thus obtaining 641.14 milligrams of vitamin C from 100 g of fresh fruit.

### KEYWORDS

Acerola *Malpighia Emarginata*, Vitamin C, Dehydration, Drying curves.

## INTRODUCCIÓN

La fruticultura ha estado fundamentalmente asociada a la producción tradicional. Sin embargo, existe un número de frutales menores como acerola, *Malpighia Emarginata*, guanábano, *Annona muricata*, y níspero, *Eriobotrya japonica*, sobre los cuales la información es limitada y cuya demanda es alta en los mercados internacionales. Expertos señalan que la planta de acerola, *Malpighia Emarginata*, tiene un mercado internacional potencial debido a las cualidades nutritivas, antioxidantes y múltiples usos de su fruta.

En el oriente boliviano ha sido probablemente introducido por una parte de los colonos menonitas de centro América y por otra parte desde el Brasil. Además de ser ampliamente usada en la preparación de refrescos en mezclas con otras frutas ricas en vitamina C. Contiene entre 500-4000 mg /100 g de pulpa, lo que representa entre 65 veces más que la naranja. Uno de los cerezos provee las necesidades diarias de vitamina C en un adulto. En la ciudad de Santa Cruz de la Sierra se encuentran 23 frutas exóticas que provienen del Oriente boliviano y otras de la Amazonía como ser: Caqui, *Diospyros kaki*, Copoazú, *Theobroma grandiflorum*, Mazorca de cacao, *Theobroma cacao L.*, Flor de Jamaica, *Hibiscus sabdariffa*, Acerola, *Malpighia emarginata*, Cayú o cajú, *Anacardium occidentale*, Guapurú, *Plinia cauliflora*, Motoyoé, *Melicoccus bijugatus*, Guabirá, *Campomanesia aromatica*, Ocoró, *Rheedia madrunno*, Guapomó, *Salacia impressifolia*, Fruto ambaiba, *Cecropia pachystachya*, Achachairú, *Garcinia humilis*, Motojobobo, *Physalis peruviana L.*, Totá, *Acrocomia aculeata*, Motacú, *Attalea princeps*, Carambola, *Averrhoa carambola*.

La acerola o semeruco, *Malpighia emarginata*, es una fruta tropical originaria de Centroamérica, las Antillas e introducida al sur del continente en la década de los años 50 adaptándose muy bien a las temperaturas de las zonas y a los diferentes tipos de suelos. Pertenece a la familia *Malpighiaceae* cuenta con 77 géneros, que contienen alrededor de 1300 especies, encontrándose la mayoría de ellas en el continente americano, por lo que se considera el centro de origen de este grupo taxonómico. A su vez, el género *Malpighia*, perteneciente a esta familia de plantas, contiene cerca de 45 especies, entre las que se encuentra *Malpighia emarginata*. Su fruto maduro es de color rojo, muy similar al color de una cereza, de ahí que se conozca también como “cereza de Barbados”, con un diámetro variando de 1 a 4 cm, con una piel delgada que se daña fácilmente. Generalmente los frutos de acerola, *Malpighia Emarginata*, son muy frágiles y sensibles, por lo que necesitan tener un manejo especial y buenas condiciones de almacenamiento. Su demanda se ha incrementado en las últimas décadas, gracias a su alto contenido de ácido ascórbico, vitamina C, vitamina A, hierro y calcio. El fruto presenta un período de vida corto después de ser recogido, 2 a 3 días, a temperatura ambiente.

La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Consiste en eliminar una parte de la humedad de los alimentos, para que no se deterioren. El objetivo principal de la deshidratación consiste en prolongar la vida útil de los alimentos, manteniendo en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo. Los métodos de secado han sido utilizados desde la prehistoria, pero es solo hasta la segunda guerra mundial

que se crea una necesidad real de llevar estos a un nivel de producción y de refinación, y buscar nuevos métodos mucho más eficientes que tarden un menor tiempo además de obtener la mejor calidad. Por ello Las técnicas exploran las propiedades del material y como cada proceso afecta de manera diferente la calidad del producto, además de que tienen en cuenta las temperaturas de trabajo y el consumidor final a fin de encontrar y desarrollar la mejor de las técnicas que más se adapte a las necesidades de cierta población de consumo. Existe una variedad de formas de deshidratación como ser: deshidratación por ósmosis, deshidratación por secado al sol, deshidratación por liofilización, deshidratación por congelación, deshidratación por convección, deshidratación por radiación y la conservación por caliente.

La acerola, *Malpighia emarginata DC; Malpighia glabra L.*, es una especie frutal tropical habiéndose originado en las Antillas y dispersado por Mesoamérica y la parte norte de Sudamérica. Como está bastante bien establecido en la literatura científica: Es el fruto de acerola, *Malpighia Glabra L. o Malpighia emarginata DC*, uno de los de mayor contenido en vitamina C del mundo, los frutos inmaduros tienen mayor cantidad de esta vitamina que los maduros. Se sabe que antes del descubrimiento de América los indígenas la utilizaban, y se encargaban de transportarla de isla a isla. Esta diseminación, también contó con la ayuda de pájaros migratorios. Cuando los primeros europeos entraron en contacto con los indígenas quedaron impresionados con la coloración de los frutos y lo difundida que era la planta entre las tribus. En 1903, la cereza de las Antillas fue introducida en Florida a través de Cuba (SIMAO, 1971). Ha sido introducida en Hawái y varios países tropicales. En la actualidad existen plantaciones comerciales en Puerto Rico, Brasil, Florida y Hawái. *Malpighia* es el único género de las *Malpighiaceae* que incluye árboles o arbustos que producen frutos comestibles y de estas sólo la cereza de las Antillas merece ser atención. El nombre de *Malpighia* fue dado en homenaje al científico italiano Marcello Malpighi, uno de los primeros investigadores en utilizar el microscopio para el estudio de estructuras animales y vegetales (SIMAO, 1971). Esta especie fue nombrada *Malpighia glabra* por Linneo en 1753, pero pocos años después, en 1762, aplicó el nombre de *Malpighia puniceifolia* a una especie muy similar o idéntica. Desde ese entonces ambos nombres son usados (ARGLES, 1976).

En Bolivia, es principalmente producida en la provincia Andrés Bón, perteneciente al departamento de Santa Cruz. La acerola, *Malpighia Emarginata*, es una planta de carácter arbustivo de porte pequeño a mediano, el cual puede llegar a alcanzar una altura de 4 m en estado silvestre; mientras que, en plantaciones comerciales, presenta una altura entre 1,5 a 3 m. Presenta flores perfectas que miden entre 1 y 2 cm de diámetro, tienen cinco pétalos que pueden ser de color blanco, rosa pálido, rosado intenso o rojo (KUMAR, 2017, PÁG. 36). El árbol de acerola, *Malpighia Emarginata*, produce frutos en el primer año de desarrollo, a partir del cual puede presentar de cuatro a siete picos de producción por año, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y el manejo del cultivo cada planta produce cerca de 20 a 30 kg de frutos anualmente. En condiciones adecuadas, el tiempo entre la floración y el estado de madurez óptimo de la fruta es de 22 días (MOHAMMED, 2011). El fruto es una drupa de superficie lisa o sensiblemente trilobada, que se dispone apartada o en panículas de dos o tres en axilas foliares, con pedúnculos cortos y posee tres semillas que representan entre el 19 y el 25 % del peso total. El tamaño del fruto varía de 1 a 4 cm de diámetro y el peso de 2 a 15 g. Presenta una coloración verde cuando está en desarrollo, cambiando a tonos amarillos y rojos cuando está maduro cuya pulpa representa entre 70 y 80% del peso total de la fruta, es carnosa, suave, jugosa y con un sabor ácido, debido a que es extremadamente rica en vitamina C (MALDONADO, 2016). Después de la maduración, la vida postcosecha de la acerola, *Malpighia Emarginata*, es muy corta, lo que dificulta su manipulación y almacenamiento a largo plazo (MOURA., 2018, ).

La tabla 1 se muestra características nutricionales del fruto. Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible.

Tabla 1: Características nutricionales de la acerola, *Malpighia Emarginata*.

Compuesto	Cantidad, g
Calorías, kcal	32
Agua	92,71
Proteína	0,17
Carbohidratos	0,43
Fibra	0,16
Grasa	0,52
Cenizas	6,18
Fósforo	0,011
Vitamina C	1,677
Hierro	0,0002
Calcio	0,012
Tiamina	0,0002

Fuente: Prodar

**Separación** El material que se utilizará en el proceso. De la materia prima en este proceso se separó toda fruta que no presente uniformidad con el lote, en cuanto a madurez, color. Se descartó el fruto que presente golpes o que el mismo esté en mal estado, de esta manera garantizando la calidad del producto final.

**El lavado** Se realizó con la finalidad de eliminar bacterias superficiales, residuos de insecticidas y suciedad adherida a la fruta que permite la separación de los contaminantes.

**El despulpado** Consistió en separar la semilla de la pulpa y el trozado de la misma, la cual se realizó de manera manual. Se cuantifica la masa de pulpa que entrará al proceso.

**Deshidratación** En las bandejas de aluminio se introduce la pulpa acerola, *Malpighia Emarginata*, previamente pesada al horno a tiempos y temperaturas determinados.

La vitamina C, ácido ascórbico, en el fruto deshidratado se determinó por volumetría ácido- base.

Un gramo de acerola, *Malpighia Emarginata*, deshidratada se diluyó en 5 ml de agua destilada, 2 ml de la solución preparada se diluyen con 20 ml de agua destilada, se agregó 3 gotas del indicador y se valoró gota a gota con hidróxido de sodio, NaOH 0,1 N hasta el cambio de color del indicador.

$$mg \text{ de vitamina C} = \frac{5 \times A \times 100}{P \times \text{volumen de muestra}}$$

## MÉTODOS Y MATERIALES

La fruta caracterizada provino del sur del departamento de Santa Cruz.

Humedad se realizó el método de secado en estufa según la norma oficial mexicana 08-10-95 NOM-116-SSA1-19

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M - m)}{M} \times 100$$

Determinación del pH, en la pulpa de acerola, *Malpighia Emarginata*, se realizó con el método A.O.A.C. 981,12 (medida potenciométrica)

Se determinó los grados Brix por refractometría.

Análisis del contenido de ceniza se realizó el método por incineración a 550 °C.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(P_{\text{ceniza}} - P_{\text{vacío}})}{(P_{\text{muestra}} - P_{\text{vacío}})} \times 100$$

Contenido de fibra se determinó utilizado es el método Weende con algunas modificaciones. La extracción de la fibra cruda por digestión primero en medio ácido y luego en medio alcalino, el residuo insoluble es la fibra cruda que está constituida fundamentalmente por celulosa.

$$\% \text{ Fibra} = \frac{P_{\text{estufa}} - P_{\text{mufla}}}{P_m} \times 100$$

El contenido de proteína se determinó por el método Kjeldahl

**Proceso de obtención de acerola, *Malpighia Emarginata*, deshidratada**

La materia prima Es cosechada de manera manual en huerto privado. Esta parte del proceso consistió en cuantificar la fruta utilizada en el proceso.

## RESULTADOS

Se sometió a un seguimiento de la acerola, *Malpighia Emarginata* durante el periodo de 6 días y se observó que se generó un cambio de color y textura. Las observaciones se reportan en la tabla 2.

Tabla 2: Vida útil de la acerola, *Malpighia Emarginata*.

Ensayo	1	2	3
Día 1	No existen cambios	No existen cambios	No existen cambios
Día 2	Se empieza a observar maduración	Se empieza a observar maduración	Se empieza a observar maduración
Día 3	Presenta partes dañadas	Presenta partes dañadas y cambios de color	Presenta cambios de color
Día 4	Presenta cambios de color	Presenta un 80 % de cambios	Fruta madura
Día 5	Presenta un 80 % de cambios	La fruta está totalmente deteriorada	No presenta cambios a partir de la maduración
Día 6	La fruta está totalmente deteriorada		Presenta aumento de color

Caracterización de la acerola, *Malpighia Emarginata*.

Humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(10,5 - 0,86)}{10,5} \times 100 = 91,44 \%$$

Los datos de peso a diferentes tiempos de secado a 100 °C se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Masa de acerola, *Malpighia Emarginata*, a diferentes tiempos de secado a 100 °C

Tiempo, min	Masa, g
0	10,05
30	9,85
60	8,03
90	6,94
120	5,01
150	3,98
180	2,22
210	1,24
240	0,86
270	0,86
300	0,86

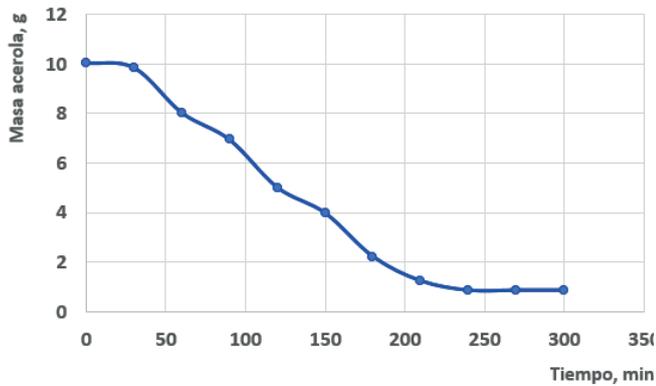


Figura 1. Curva de secado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, a 100 °C.

pH

$$pH = 3,37$$

Grados Brix

$$^{\circ}Brix = 8,2$$

Porcentaje de Ceniza

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{0,126}{1,897} \times 100 = 6,64 \%$$

Porcentaje de Fibra Cruda

$$\% \text{ Fibra} = \frac{0,0129}{5,040} \times 100 = 0,256 \%$$

Tabla 4: Caracterización de las propiedades Físicoquímicas de la acerola, *Malpighia Emarginata*.

Análisis	Cantidad	Método
Humedad, %	91,44	Calcinación
pH	3,37	Potenciométrica
° Brix	8,2	Refractometría
Ceniza, %	6,642	Incineración a 550 °C
Fibra %	0.256	Método Wende
Vitamina C, ácido ascórbico, (fruto natural), mg	971	Tillmans
Vitamina C, ácido ascórbico, (fruto congelado), mg	621	Tillmans
Proteína g	0,52	Micro-Kjeldah

Por el motivo del facil deterioro de la fruta se optó por realizar el estudio con fruta fresca y con fruta congelada.

En las tablas 5, 6, 7 y 8 se reporta la masa en la acerola, *Malpighia Emarginata*, deshidratada a diferentes temperaturas.

En las figuras 2, 3, 4 y 5 se muestran la curvas de secado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, deshidratada a diferentes temperaturas.

Tabla 5. Masa de acerola, *Malpighia Emarginata*, congelada a diferentes tiempos de secado a 40 °C

Tiempo, horas	Masa, g
0	50,00
6	44,75
14	39,92
35	5,22
42	3,82

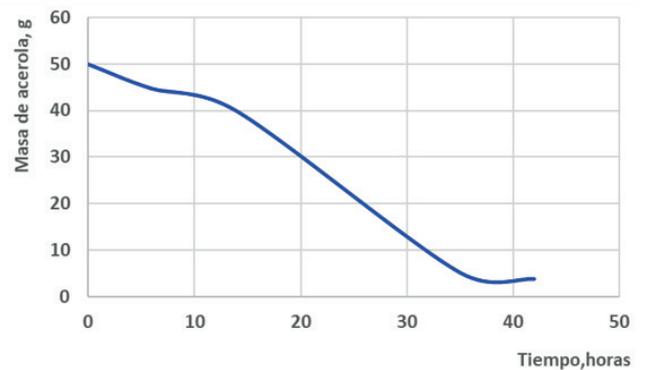


Figura 2. Curva de secado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, congelada a 40 °C.

Tabla 6. Masa de acerola, *Malpighia Emarginata*, congelada a diferentes tiempos de secado a 60 °C

Tiempo, horas	Masa, g
0	50,00
6	41,04
14	15,18
35	3,08
42	3,55

Tabla 8. Masa de acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca a diferentes tiempos de secado a 60 °C

Tiempo, horas	Masa, g
0	50,00
3	40,97
11	12,28
21	5,96
37	3,06

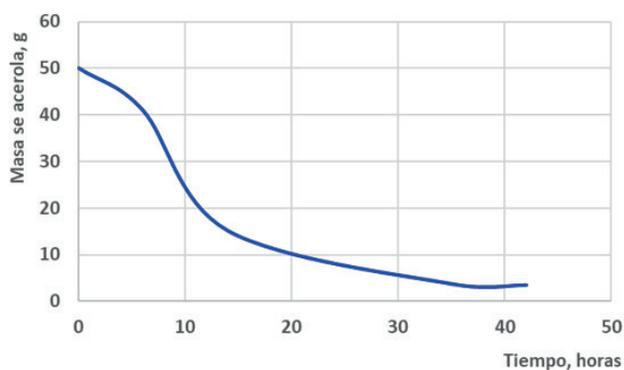


Figura 3. Curva de secado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, congelada a 60 °C.

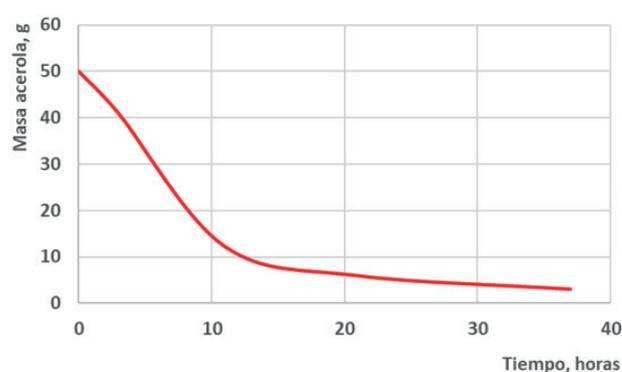


Figura 5. Curva de secado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca a 60 °C.

En las tablas 9 y 10 se reporta el contenido de vitamina C en la acerola, *Malpighia Emarginata*, a diferentes temperaturas de secado

Tabla 7. Masa de acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca a diferentes tiempos de secado a 40 °C

Tiempo, horas	Masa, g
0	50,00
6	44,75
14	39,92
35	5,22
42	3,82

Tabla 9. Contenido de vitamina C por cada 100 g de fruta deshidratada partiendo de pulpa de acerola, *Malpighia Emarginata*, congelada.

Temperatura, °C	Vitamina C, mg
40	468,38
60	326,35
80	204,16
100	188,35

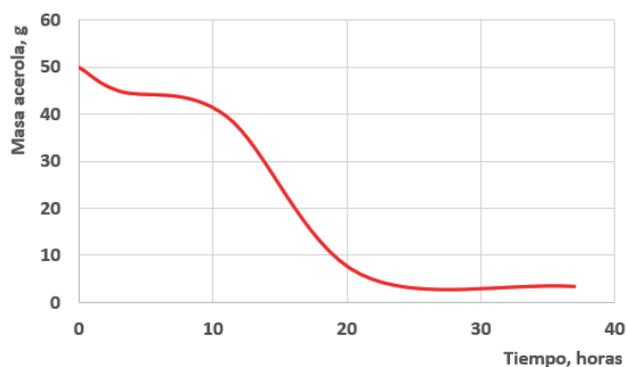


Figura 4. Curva de secado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca a 40 °C.

Tabla 10. Contenido de vitamina C por cada 100 g de fruta deshidratada partiendo de pulpa de acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca.

Temperatura, °C	Vitamina C, mg
40	641,14
60	496,88
80	390,66
100	319,45

## DISCUSIÓN

A partir de los análisis de los resultados que se realizaron se puede concluir que los tres factores elegidos masa, temperatura y tiempo, el que tiene un mayor efecto sobre la variable respuesta, contenido de vitamina C, es la temperatura.

Las pruebas experimentales de la obtención del producto de conserva, con tres réplicas cada uno, en los cuales se determinó los parámetros óptimos en el proceso de deshidratación.

Parámetros óptimos para la deshidratación de la acerola, *Malpighia Emarginata* congelada son 42 horas a 40 °C obteniéndose 468,38 mg/100 g muestra de Vitamina C. Mientras que, para la deshidratación de la acerola, *Malpighia Emarginata*,

fresca son 42 horas a 40 °C obteniéndose 641,14 de Vitamina C. mg/100 g muestra.

Por cada 100 g de acerola, *Malpighia Emarginata*, fresca se obtuvieron 5.5 g del producto seco.

El proceso adecuado para la mejor deshidratación de acerola, *Malpighia Emarginata*, a y así obtener un producto de conserva que comienza con selección de materia prima, seguido del lavado, para así luego pasar al proceso de laminado, una vez concluida esa etapa entra al proceso de secado con los parámetros óptimos de secado, se enfría, pasa por el proceso de molienda y como último proceso el envasado de la acerola, *Malpighia Emarginata*, deshidratada.

## REFERENCIAS

- LAZO, F. (2021). DISEÑO DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE FRUTAS TROPICALES, PARA LA ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA, UNIDAD ACADÉMICA "CHAPARE". Santa cruz-Bolivia: EMI.
- ACRIDIA. AGUILERA, G. a. (JUNIO de 2020). researchgate.net. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/342247862\\_Acerola\\_Malpighia\\_emar\\_ginata\\_DC\\_Fruta\\_promisoria\\_con\\_posibilidades\\_de\\_cultivo\\_en\\_Colombia\\_Un\\_arevision](https://www.researchgate.net/publication/342247862_Acerola_Malpighia_emar_ginata_DC_Fruta_promisoria_con_posibilidades_de_cultivo_en_Colombia_Un_arevision)
- DEIANA, A. G. (2 de MARZO de 2018). www.fi.unsj.edu.ar. Obtenido de <http://www.fi.unsj.edu.ar/assignaturas/introing/BalanceDeMasa.pdf>
- DURAN, F. A. (2007). Ingeniería de Métodos. GUAYAQUIL, ECUADOR. ECURED. (s.f.). ECURED. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa\\_en\\_alimentos#:~:text=Ingenier%C3%ADa%20de%20alimentos%20o%20la,la%20biolog%C3%ADa%20y%20la%20f%C3%ADsica](https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa_en_alimentos#:~:text=Ingenier%C3%ADa%20de%20alimentos%20o%20la,la%20biolog%C3%ADa%20y%20la%20f%C3%ADsica).
- ESCOBEDO, Y. (02 de 02 de 2015). SLIDE PLAYER. Obtenido de Conservación de alimentos por secado.: <https://slideplayer.es/slide/5254930>
- HELDMAN, D. R. (2009). INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS.
- IBARZ, A. (2011). OPERACIONES UNITARIAS EN LA INGENIERIA DE ALIMENTOS. MEXICO: MUNDI-PRENSA.
- INDUSTRIA, B. (29 de OCTUBRE de 2013). Bolivia industria y empresa. Obtenido de <https://industriabolivia.blogspot.com/2013/10/biofrut-conservando-el-tesoro-delas.html>
- PALACIOS, M. (16 de abril de 2016). 23 frutas exóticas que debes probar. Obtenido de <https://medium.com/@margaritapalacios/23-frutas-ex%C3%B3ticas-que-debes-probar-en-santa-cruz-5753940a5331>
- PRODAR. (2016). PRODAR//CA. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ae620s.pdf>
- Ulloa, E. (2011). Propiedades de los metales. Temas para la educación, 56.
- Venavidez, G. (2020). Diagramas en Ingeniería. Wikis, 3.
- Villa, D. (2017). Tecnologías y líneas. Quito: Clextrol.
- Villa montes. (2021). [https://es.wikipedia.org/wiki/villa\\_montes](https://es.wikipedia.org/wiki/villa_montes).

## CITA

