

# Obtención y análisis de Ciclo de Vida de Piña deshidratada enriquecida con hierro

Villasanti Sánchez, Fátima<sup>1</sup> y Gamón Ubeda, Paola Angélica<sup>2</sup>  
rosi.villasanti@gmail.com y gamon.pao10@gmail.com

## Resumen

Teniendo en cuenta que uno de los principales problemas nutricionales del Paraguay es la carencia de hierro, se procedió a elaborar un alimento funcional capaz de suplir los requerimientos de dicho micronutriente en niños con edad escolar. Para el mismo, se utilizó como materia prima la piña, la cual fue sometida a un proceso de impregnación, con una solución a base de jugo de naranja y acelga, a fin de investigar la posibilidad de utilizar el hierro naturalmente presente en la acelga. Posteriormente, los trozos de fruta impregnados fueron dispuestos en estufas, a una temperatura de 60 °C, durante 16 h. La concentración de hierro fue analizada en el jugo de impregnación, en las piñas impregnadas, y en las piñas deshidratadas, por espectrofotometría UV. Durante el desarrollo se registraron los recursos utilizados (materia prima, materiales y equipos), así como los procesos aplicados de inicio a fin, la energía utilizada, y los residuos generados, para el análisis del ciclo de vida del producto obtenido, de manera a visualizar los impactos ambientales que pudiera causar. Los resultados demuestran que el proceso aplicado conlleva una baja absorción del hierro en las porciones de piñas deshidratadas; y en las etapas de producción se generan impactos ambientales significativos, por los diferentes tipos de residuos que se emiten, así como por la demanda de energía.

**Palabras clave:** Impregnación al vacío, ciclo de vida, piña deshidratada, hierro

## Abstract

Considering that one of the main nutritional problems in Paraguay is the lack of iron, a functional food was prepared that was able to meet the requirements of said micronutrient in children of school age. For the same, the pineapple was used as raw material, which was subjected to an impregnation process, with a solution based on orange juice and chard, in order to investigate the possibility of using the iron naturally present in the chard. Subsequently, the impregnated fruit pieces were placed in stoves, at a temperature of 60° C, for 16 h. The iron concentration was analyzed in the impregnation juice, in the impregnated pineapples, and in the dehydrated pineapples, by UV spectrophotometry. During the development the resources used (raw material, materials and equipment) were registered, as well as the processes applied from start to finish, the energy used, and the waste generated, for the analysis of the life cycle of the product obtained, so visualize the environmental impacts it could cause. The results show that the applied process entails a low absorption of iron in dehydrated pineapple portions; and in the production stages significant environmental impacts are generated, by the different types of waste that are emitted, as well as by the demand for energy.

**Key words:** Vacuum impregnation, life cycle, dehydrated pineapple, iron

<sup>1</sup>Ing. Ambiental, Profesora Investigadora de la UNI.

<sup>2</sup>MSc. en Ciencias y Tecnología de los Alimentos, docente de FaCyT, UNI.

**Recibido:** 04/10/2019 **Aceptado:** 19/12/2019

## Introducción

El concepto "Alimento Funcional" surge en Japón en la década de los 80, como una necesidad para reducir el alto costo de los seguros de salud que aumentaban por la necesidad de proveer cobertura a una población cada vez mayor. El concepto expresa implícitamente que los alimentos y los componentes alimentarios pueden ejercer una influencia beneficiosa sobre las funciones fisiológicas al mejorar el estado de bienestar y salud, y reducir el riesgo de enfermedad (Ashwell, 2002). Al respecto, uno de los principales problemas nutricionales del Paraguay es la carencia de micronutrientes, en especial de yodo y hierro, según una encuesta regional realizada por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social en el año 1994, en 385 mujeres embarazadas que realizaban su primera consulta prenatal en servicios de salud de la Región Sanitaria del Departamento Central. Por otro lado, en otras investigaciones y periódicos del país, enfatizan la deficiencia en niños, quienes constituyen uno de los grupos más vulnerables a las deficiencias nutricionales. Según la OMS, entre las principales causas de morbilidad en la población de 1 a 4 años, se encuentran las anemias, su prevalencia es del 22% en niños preescolares, y es considerada como un problema de salud pública de grado moderado (Echague, G. et al. 2013).

En el campo de la tecnología de los alimentos, la búsqueda de soluciones a este tipo de requerimientos es un compromiso, por lo que la aplicación de impregnación al vacío con hierro en frutas como rodajas de piña, que pueden ser más fácilmente consumidas por niños, es una buena alternativa para cubrir dicha deficiencia. Además, considerando la importancia de este alimento funcional para la salud de la población, resulta también importante analizarlo desde el punto ambiental, es decir, el impacto que podría causar al ambiente durante la elaboración de

este nuevo producto, teniendo en cuenta que el cuidado de nuestro entorno en los procesos de desarrollo e innovación, son primordiales para un desarrollo sostenible. Es por ello que se consideró útil aplicar la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), como método para analizar y evaluar los efectos y cargas ambientales causados por el producto alimenticio durante su ciclo de vida completo "de la cuna a la tumba".

## Materiales y Métodos

*Acondicionamiento de las materias primas (piña, acelga y naranja).* La piña (*Ananas comosus*), fue obtenida en el mes de febrero de un local comercial de la ciudad de Encarnación, así también, la acelga (*Beta vulgaris var. cicla*), y la naranja (*Citrus sinensis*).

Inicialmente se procedió al lavado, limpieza, pesaje y corte de las materias primas. Para el caso de la piña, los cortes se realizaron mediante el empleo de pie de rey, en rodajas de 1 cm de espesor, las que fueron divididas en cuatro partes, resultando sectores circulares con radio igual a 5 cm, de esta manera se consiguieron 28 unidades de los mismos. En cuanto a las hojas de acelga, éstas fueron separadas de las pencas y trituradas con el jugo de naranja, mediante la acción de una licuadora, durante 2 minutos, *para la obtención de la solución de impregnación*. Posteriormente la misma fue sometida a centrifugación, a una velocidad de 8 N por 5 min, mediante la cual fue posible conseguir la sedimentación de las partículas de mayor tamaño en la parte inferior de los tubos de ensayo, logrando una solución homogénea, uniforme y lisa. Con ello se procedió a la *impregnación al vacío*, en el que se empleó una envasadora para tal fin, de la marca Edesa. Para el mismo fueron sumergidos 14 unidades o trozos de piña, en 170 ml de jugo, en dos bolsas cristal, material recomendado para su uso en la envasadora.

Se efectuó la calibración del equipo y se aplicaron las siguientes configuraciones: 100 % de vacío y 3 segundos de soldadura. Una vez logrado este proceso, se continuó con la *determinación de hierro a través de espectrofotometría*. La concentración de hierro fue analizada por triplicado, tanto en el jugo de impregnación como en las piñas impregnadas, no así en las piñas deshidratadas, debido a que durante la deshidratación se perdió la mayor cantidad del peso de la materia prima. Para ello, primeramente se realizó la Curva de Calibración, descrito según López Silva & García Mercado (2016), y la cuantificación de hierro según el método descrito en Manual de Laboratorio "Microcomponentes y Aditivos Alimentarios" (Universidad Autónoma Metropolitana, 2014).

Para la obtención de las *piñas deshidratadas*, se aplicó el método descrito en el artículo científico publicado por los autores De Lima, Tribuzi et. al (2016), en la que se recomienda llevar a cabo la deshidratación en la estufa a una temperatura de 60 °C por 12 h, sin embargo se utilizaron 16 h para llegar a un contenido de humedad óptimo, entre 11 y 3% (SUQA Alimentos deshidratados, 2017). Las piñas troceadas e impregnadas fueron distribuidas en dos bandejas, distancia entre trozos de 1.5 - 2 cm aproximadamente. Este proceso se llevó a cabo en dos estufas, una con circulación de aire y otra sin circulación de aire.

Para la *determinación del contenido de humedad* se utilizó el humidímetro de la marca Kern MLS, y las mediciones se realizaron en dos momentos, a las 10 h y a las 16 h de secado.

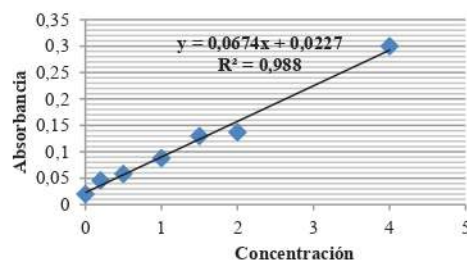
Para el análisis del ciclo de vida del producto obtenido, se tuvieron en cuenta todos los recursos utilizados (materia prima, materiales y equipos), así como los procesos aplicados

de inicio a fin, la energía utilizada para la realización de los mismos, y los residuos generados en cada uno de ellos; por último se consideró tanto el reciclaje como la eliminación de los residuos. Éstos fueron expresados en forma esquemática, de manera a visualizar claramente los impactos ambientales que pudiera causar en el entorno.

## Resultados y Discusión

En el Gráfico N° 1 se muestra la curva de calibración generada a partir de los análisis realizados, cuya ecuación ha sido aplicada para calcular la concentración de hierro en cada una de las muestras tomadas.

Gráfico N° 1. Curva patrón de sulfato ferroso amoniacal



En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la Determinación de Hierro en la solución de impregnación, en piñas impregnadas y deshidratadas.

Tabla N° 1. Concentración de Hierro

N° Muestra	Absorbancia (y)	x	mg/ml
<i>Solución de impregnación</i>			
1	0,529	7,57	0,069
2	0,624	8,99	0,083
3	0,553	7,93	0,072
<i>Piñas impregnadas</i>			
1	0,582	8,36	0,077

2	0,71	10,27	0,096
3	0,589	8,46	0,078

*Piñas deshidratadas*

1	0,034	0,18	0,0018
---	-------	------	--------

Como es posible observar, el Hierro se encuentra mayormente concentrado en las piñas impregnadas y en la solución de impregnación, respectivamente; sin embargo, en las piñas deshidratadas, la concentración es mínima, casi nula. Esto puede ser debido a varios factores, como el proceso de deshidratación aplicado, en el que se pierde el mayor porcentaje de humedad de las piñas. Al mismo tiempo, podría deberse a la solución de impregnación, su grado de homogeneización y/o centrifugación que permita el ingreso a los poros de la fruta, o que se requiera un mayor contenido de hierro en la solución de impregnación, para lograr la absorción de una mayor cantidad de Fe en la piña deshidratada, y ser considerada enriquecida; lo que difícilmente pueda obtenerse naturalmente a través del jugo de acelga y naranja.

En cuanto a la variación de humedad durante el proceso de deshidratación, se obtuvieron los siguientes resultados, dados en la Tabla 2.

Tabla N° 2. Resultados de humedad en las piñas deshidratadas

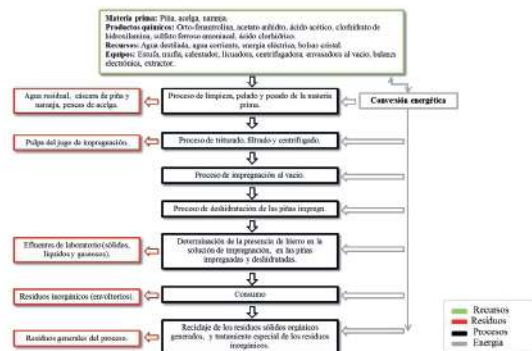
Tiempo de secado en la mufla	Peso	Temperatura	Porcentaje de humedad
<i>Muestra N° 1</i>			
<b>10 h</b>	4,380 g	27 °C	36,89 %
<b>16 h</b>	5,904 g	29 °C	1,27 %
<b>16 h</b>	3,106 g	65 °C	9,47%
<i>Muestra N° 2</i>			
<b>16 h</b>	2,815 g	65 °C	6,93 %

Muestra N° 1: Trozos de piña deshidratadas en la estufa con circulación de aire, Muestra N° 2: en la estufa sin circulación de aire.

Los resultados varían significativamente; estas diferencias en el secado podrían deberse a las irregularidades en el corte de la fruta, por las características propias de la piña. Además, podría influir la utilización de toda la fruta incluyendo la parte central (corazón de la fruta), que es la parte más dura. En cuanto a las características físicas, se observó que el producto obtenido, posterior al tiempo de secado, adquirieron una textura con cierta gomosidad, no llegando a ser crocante, a pesar de que algunas alcanzaron un porcentaje de humedad  $\leq 5\%$ ; sabor dulce y ácido a la vez, y de color oscuro.

Por último, en la siguiente ilustración se muestra el esquema del análisis de ciclo de vida del proceso aplicado para la obtención de piñas deshidratadas. En la misma es fácilmente identificable el requerimiento energético para cada etapa, por sobre todo, la energía eléctrica, la cual es necesaria para el funcionamiento de los equipos utilizados; así también, la generación de los residuos se muestra como resultado de la mayor parte del procedimiento implementado, con la cual pueden verse afectados los recursos naturales como el agua, aire y suelo, en caso de que los mismos no sean sometidos a tratamientos específicos. Como punto final aparece en el esquema la implementación del reciclaje, especialmente para los residuos orgánicos que se generan en la primera etapa del procedimiento (obtenido principalmente del pelado y limpieza de la materia prima), así como la recomendación de aplicar tratamientos a los residuos inorgánicos antes de ser lanzados al ambiente, con el fin de cuidar el entorno.

## Ilustración 1. Análisis del ciclo de vida de la elaboración de piñas deshidratadas



## Conclusión

El producto final obtenido presenta un contenido bajo en hierro, por lo que se recomienda realizar la homogeneización de la solución aplicada, y evaluar el efecto de velocidades de dicho proceso en la absorción de hierro en el jugo de impregnación. En cuanto a las características físicas, éstas resultaron ser poco favorables para la aceptación y consumo por parte de los niños, por lo que se deberán realizar más pruebas en el tiempo de secado y la temperatura óptima, y variar las medidas de los trozos de la fruta. Por otro lado, el esquema del ciclo de vida del proceso aplicado muestra que en las etapas de producción se generan impactos ambientales significativos, por los diferentes tipos de residuos que se emiten, así como por la demanda de energía. A pesar de ello existe la posibilidad de disminuir estos impactos a través del reciclaje y tratamientos químicos, tanto para los residuos orgánicos como inorgánicos. Finalmente, se insta a la realización de estudios de sostenibilidad en todo proceso de diseño y desarrollo de producto alimenticio.

## Bibliografía

Ashwell, M. (2002). *Conceptos sobre los alimentos funcionales*. Bruselas, Bélgica.

De Lima, M. M., Tribuzi, G., Ribeiro de Souza, J. A., Goncalves de Souza, I., Borges Laurindo, J., & Mattar Carciofi, B. A. (2016). Vacuum impregnation and drying of calcium-fortified pineapple snacks. *ELSEVIER*, 501-509.

Haya Leiva, E. (2016). Análisis de ciclo de vida. Madrid, España.

Sánchez Ávila, M. F. (28 de marzo de 2016). *Gestiopolis*. Recuperado el febrero de 2018, de <https://www.gestiopolis.com/analisis-del-ciclo-vida-acv-producto/>

Sánchez, O. J., Cardona, C. A., & Sánchez, D. L. (2007). Análisis de ciclo de vida y su aplicación a la producción de bioetanol: una aproximación cualitativa. *REDALYX*, 43 (146), 59-79.

SUQA Alimentos deshidratados. (2017). SUQA. Recuperado el 26 de Febrero de 2018, de SUQA: <http://www.suqa.co/nuestros-productos.html>

Universidad Autónoma Metropolitana. (Marzo de 2014). *Microcomponentes y Aditivos Alimentarios- Manual de Laboratorio. Microcomponentes y Aditivos Alimentarios- Manual de Laboratorio*. Iztapalapa, México.