





Parámetros óptimos de concentrado de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) y su efecto en la vitamina C

Optimal parameters of orange juice concentrate (*Citrus sinensis*) and its effect on vitamin C

H. Ore¹ , W. Aldana² , C. Salazar²  y B. Saucedo² .

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los parámetros óptimos de operación en la concentración de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) y evaluar su efecto en un evaporador rotativo para conservar la vitamina C. Se evaluó la cantidad de vitamina C, por un período de 4 horas; utilizando el diseño factorial Cuadrático 2x3: con 3 temperaturas (30, 40 y 50 °C) y 03 presiones de vacío (100, 200 y 300 mbar); además se utilizó el método de superficie respuesta (MSR) aleatorizado regular para obtener el modelo cinético del contenido de vitamina C. Como resultado para las variables independientes de temperatura, presión de vacío y la interacción de las dos variables obtuvieron un P-Valor = 0.00 siendo inferiores a 0.05, demostrando que tienen efecto significativo en la vitamina C. Además, los parámetros óptimos en la operación de conservación para la conservación de vitamina C fueron a 30°C y 300 mbar, según el software Design Expert 12.0. Se concluye que la temperatura, la presión de vacío y su interacción influyen significativamente en la conservación de la vitamina C.

Palabras clave: Vitamina C, temperatura, presión de vacío, grafico de Contorno, grafico de interacción.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the optimum operating parameters in the concentration of orange juice (*Citrus sinensis*) and to evaluate its effect on a rotary evaporator to conserve vitamin C. The amount of vitamin C was evaluated for a period of 4 hours using a 2x3 quadratic factorial design: with 3 temperatures (30, 40 and 50 °C) and 03 vacuum pressures (100, 200 and 300 mbar); in addition, the regular randomized surface response method (RSM) was used to obtain the kinetic model of vitamin C content. As a result, the independent variables of temperature, vacuum pressure and the interaction of the two variables obtained a P-value = 0.00 being less than 0.05, demonstrating that they have a significant effect on vitamin C. In addition, the optimum parameters in the preservation operation for vitamin C preservation were 30°C and 300 mbar, according to the Design Expert 12.0 software. It is concluded that temperature, vacuum pressure and their interaction have a significant influence on vitamin C preservation.

Keywords: Vitamin C, temperature, vacuum pressure, Contour plot, interaction plot.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v10i2.288>

Recibido: 14/02/2021. Aceptado: 31/06/2022

* Autor para correspondencia

1. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja, Perú. Email: haroldore@unat.edu.pe

2. Universidad Nacional de Frontera, Perú. Email: waldana@unf.edu.pe; csalazar@unf.edu.pe; bralexbats@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Entre agentes reductores y antioxidantes, la Vitamina C es fundamental para crear y mantener el material extracelular; además de disminuir la actividad negativa generada por la formación de radicales libres y contribuir en el proceso de asimilar hierro no hemínico (Munyaka, Makule, Oey-I, & Hendrickx, 2010). El déficit en la ingesta de ácido ascórbico en las personas genera problemas de sangrados, anemia, proceso lento para cicatrizar heridas; su acción se encuentra relacionada a reducir el escorbuto (Walter, 1994). En tanto, la escases en la ingesta de este y otros micronutrientes está asociado a una malnutrición generalmente, presentándose con mayor frecuencia en adultos mayores, personas indigentes, personas con desordenes de alcoholismo y personas con desnutrición (Gan, Eintracht, & Hoffer, 2008). Siendo de alta prioridad para los procesos de biosíntesis de moléculas que inhiben o retardan la peroxidación de los fosfolípidos de las membranas y reduce la presencia de radicales libres (Calabrese, Masuelli, & Gazzolo, 2013).

A nivel mundial, en la última década solo el 20% de los habitantes ingiere menor cantidad a la sugerida de vitamina C (Beal, Massiot, Arsenault, Smith, & Hijmans, 2017). En Canadá, para la población en general el déficit de ingesta de vitamina C es 12% y para el segmento de adulto mayor de 15% (Gan, Eintracht, & Hoffer, 2008; Mosdol, Erens, & Brunner, 2008), mientras que, en Estados Unidos, para la población en general es 7% teniendo más presencia en hombres de 20 a 39 años (Schleicher, Carroll, Ford, & Lacher, 2009). En Tailandia se evidenció deficiencia de vitamina C en niños con periodos largos de hospitalización y que consumieron leche procesada a temperatura ultra alta (UHT), ya que la vitamina C es afectada por el calor (Ratanachu, Sukswai, Jeerathanyasakun, & Wongtapradit, 2003). A nivel nacional, la ingesta para hombres fue 75 mg/día y en mujeres fue 60 mg/día; pero el 75% de la población presentó menos de 18 mg/día y el 90% de la población presentó menos de 60 mg/día, siendo la región con mayor ingesta la sierra rural con 27.72 mg/día (INS, 2021).

La Vitamina C es una molécula orgánica tipo ceto-lactona relacionada a los monosacáridos hexosas (Hediger, 2002; Levine, 1986). Su presencia se ve disminuida por las etapas de procesamiento, las variaciones de presión, exposición al oxígeno, la exposición a temperatura, exposición prolongada a la luz, variación del pH (García, y otros, 2006).

La naranja presenta abundantes beneficios, debido a su amplia riqueza en propiedades nutritivas (Domínguez & Ordoñez, 2013). El principal atractivo vitamínico es la vitamina C, la cual constituye

aproximadamente el 88% de su aporte vitamínico y un 50 mg/100 g de porción comestible de peso de su composición nutricional (Ailimpo, 2021).

Con base en lo mencionado, el objetivo fue determinar los parámetros óptimos de operación en la concentración de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) en un evaporador rotativo y su efecto en el contenido de vitamina C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento para obtención de zumos concentrados

La metodología para obtener el zumo de naranja concentrado se realizó mediante el proceso de concentrado de zumo de naranja (Figura 1).

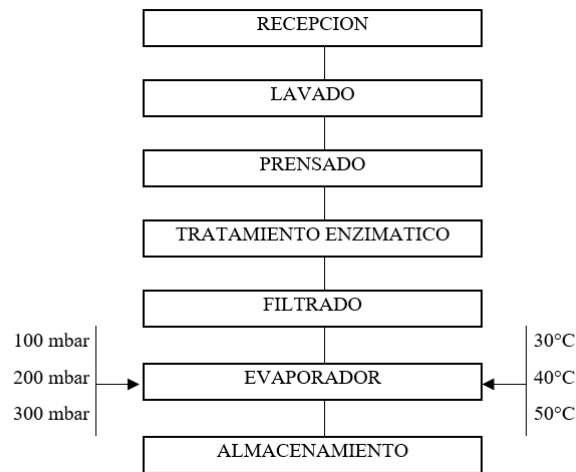


Figura 1. Diagrama para el concentrado de zumo de naranja

Determinación de Ácido Ascórbico

Se procedió a utilizar el método espectrofotométrico (Ciancaglini, 2001) basado en el proceso de reducción del 2,6-diclorofenolindofenol, producto de la interacción con el ácido ascórbico en la sustancia. Primero se calculó la solución sin muestra (L1), para ello se ajustó la absorbancia en cero a 520 nm con ayuda del agua destilada y se tomó lectura de la combinación de 1 ml de ácido oxálico 0.4% + 9 ml de solución coloreada 2,6-diclorofenolindofenol, determinando L1. Luego se calculó la solución con muestra (L2), se colocó 1 ml de filtrado y 9 ml de agua destilada en un tubo con lo que se procedió a ajustar la absorbancia; luego en un tubo se agrega 1 ml de filtrado + 9 ml de solución 2,6-diclorofenolindofenol, y registró la absorbancia (L2) luego de 15 segundos. Finalmente se procedió a

calcular L2-L1 para obtener la concentración de vitamina C a partir de una curva estándar. Para la lectura de la absorbancia se utilizó el Espectrofotómetro, modelo “Boeco S200”.

Determinación de acidez titulable

Se utilizó el método 935.05 de la AOAC (2000), donde se procedió a armar la estructura para medir la acidez titulable, enrasando con NaOH 0.1 N. La muestra fue titulada con NaOH 0.1 N hasta el viraje de color producto de la acción de fenolftaleína usada como indicador. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítrico, por la ecuación (1).

$$\%acidez = \left(\frac{(B \times N \times E)}{V} \right) \times 100 \quad (1)$$

Dónde: B son ml. de NaOH; N es la normalidad de NaOH; E es el Peso mili equivalente del ácido cítrico y V es el volumen de la muestra en ml.

Determinación del pH

Se utilizó un potenciómetro digital, modelo HANNA, mediante la inmersión del electrodo en el zumo para la obtención de los resultados; previamente se realizó la calibración con solución buffer de pH 4. 7 y 10.

Determinación de Grados °Brix

Para el cálculo de sólidos solubles totales se utilizó un refractómetro ABBE (marca: Hand.Held Atago), para la obtención de los grados °Brix fue directamente del equipo.

Análisis de datos

El análisis estadístico utilizado fue el diseño factorial 2x3, en la Tabla 1 se muestran las variables analizadas: 3 temperaturas (30, 40 y 50°C) y 3 presiones de vacío (100, 200 y 300 mbar) donde se evalúa el efecto en la variable respuesta. Tabla 2, el contenido de ácido ascórbico durante la concentración del zumo de naranja por medio del programa SPSS versión 25. También, se procedió a utilizar el método de superficie respuesta, obteniendo los parámetros óptimos que benefician en el contenido de vitamina C. Para esto utilizamos el programa estadístico Design Expert de la versión 12.0, donde se aplicó el ANOVA para determinar las variables independientes con efecto significativo en la variable respuesta utilizando un valor $P < 0.05$.

Tabla 1. Variables y niveles del Diseño Estadístico

Variable	Nombres	Unid	Tipos	Mínimos	Medios	Máximos
A	Presión de Vacío	mbar	Numérico	100	200	300
B	Temperatura	°C	Numérico	30	40	50

Tabla 2. Variable respuesta del Diseño Factorial

Respuestas	Nombres	Unidades	Análisis
R-1	Cont. de Vit. C	mg/100 g	Polinomios

Prueba de normalidad

La prueba se aplicó a datos experimentales, y según el test de Shapiro Wilk los resultados fueron valores mayores al p-Valor de 0.05, confirmando que los datos experimentales siguen una distribución normal (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de normalidad

	Presion de Vacío	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Vitamina C	100mBar	.126	9	,200*	.953	9	.725
	200mBar	.198	9	,200*	.886	9	.181
	300mBar	.190	9	,200*	.874	9	.135

*. Límite inferior de la significancia verdadera. a. Correcciones de significancia de Lilliefors

Test de Levene (varianza)

El Test de Levene, resulto que las varianzas fueron homogéneas según el p-valor = 0.556 el cual es mayor a 0.05, lo cual permite aceptar la hipótesis nula Tabla 4.

Tabla 4. Test de Levene de varianza de la variable dependiente: Vitamina C

F	df1	df2	Sig.
,873	8	18	,556

Condiciones de optimización de proceso

Para esto se utilizó el programa estadístico design expert versión 12.0, teniendo en cuenta los niveles de cada variable como: Temperaturas de 30°C, 40°C y 50°C; presión de vacío de 100 mbar, 200 mbar y 300 mbar. Mostrando los parámetros en la Tabla 5.

Tabla 5. Variables, rangos y niveles de importancia

Nombre	Limite	Límite inferior	Límite superior	Importancia
Presión de vacío	En el rango	100 mbar	300 mbar	+++
Temperatura	En el rango	30 °C	50 °C	+++
Vitamina C	Maximizando	9.4	30.1	+++++

RESULTADOS

Características fisicoquímicas de la naranja (*Citrus sinensis*)

En la Tabla 6, se aprecia las características fisicoquímicas del jugo de naranja de variedad Valencia (*Citrus sinensis*), el contenido de vitamina C de 50.2 mg, los sólidos totales se encuentran en 11.2% y el pH en 3.61.

Tabla 6. Características fisicoquímicas de la naranja (*Citrus sinensis*)

Característica fisicoquímica	Cantidad
Humedad (%)	89.2 ± 0.1
Sólidos totales (°Brix)	11.2 ± 0.10
Acidez (% p/p, g a.c./100g zumo)	0.97 ± 0.1
pH	3.61 ± 0.02
Vitamina C (mg a.a./100ml de zumo)	50.2 ± 0.15

Efecto de los parámetros de operación durante el proceso de concentrado del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) en un evaporador rotatorio en la conservación la vitamina C.

Los resultados obtenidos para el contenido de vitamina C por cada una de las combinaciones en función de la presión de vacío y la temperatura de concentración se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Contenido de vitamina C en el zumo de naranja concentrado

Factor A: Presión de vacío	Factor B: Temperatura		
	30°C	40°C	50°C
100 mbar	15.08	12.84	9.40
	14.95	11.61	11.29
	13.92	13.43	10.44
200 mbar	23.30	18.04	14.40
	23.59	19.60	13.36
	23.30	18.49	12.84
300 mbar	29.53	25.51	21.09
	30.12	27.45	19.73
	29.53	26.22	20.38

En la Tabla 8, se muestra el Anova aplicado a los dos factores (temperatura y presión de vacío) y a la interacción teniendo en función del contenido de Vitamina C en el jugo concentrado, el cual, indica que existe diferencia significancia ($P\text{-valor}=0.00 < 0.05$), en ese sentido la temperatura y presión de vacío tiene efecto significativo en el contenido de vitamina C. Además, en la Tabla 9, muestra que el modelo tuvo el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9376$, indicando que el 93.76% de las respuestas son explicadas por el modelo.

Tabla 8. ANOVA del efecto de temperatura y Presión de vacío en la vitamina C

Origen	Suma de	Cuadrático		F	Sig.
	cuadrados	gl	promedio		
Modelo corregido	1063.943 ^a	8	132.993	231.069	,000
Interceptación	9606.907	1	9606.907	16691.537	,000
Presión de Vacío	756.679	2	378.339	657.346	,000
Temperatura	277.194	2	138.597	240.806	,000
Temperatura * Presión de Vacío	30.070	4	7.518	13.061	,000
Error	10.360	18	,576		
Total	10681.210	27			
Total corregido	1074.303	26			

a. $R^2 = 0.990$ (R^2 ajustada = 0.986)

Tabla 9. Ajustes del modelo

Desv. Stánd.	1.37	R^2	0.9376
Means	18.44	R^2 ajustado	0.9324
C.V. %	7.45	R^2 predicción	0.9133
		Precisión Adecuada	36.9195

En la Figura 2, se observa que a una presión de vacío de 100 mbar el proceso fue de 30°C, la cantidad de vitamina C fue de 14.65 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción de 70.8%; y cuando la temperatura fue de 50°C la cantidad de vitamina C fue de 10.37 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción 79.3%. A una presión de vacío de 300 mbar, se observo que la cantidad de vitamina C fue de 29.72 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción de 40.7%; y cuando la temperatura fue de 50°C la cantidad de vitamina C fue de 20.4 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción 59.36%. En la Figura 3, se observa que la presión de vacío en el proceso fue de 100 mbar la cantidad de vitamina C fue de 14.65 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción de 70.8%; y cuando la presión de vacío fue de 300 mbar la cantidad de

vitamina C fue de 29.72 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción 40.79%. A una temperatura de 50°C la vitamina C fue de 10.37 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción de 79.34%; cuando la presión de vacío fue de 300 mbar la cantidad de vitamina C fue de 20.4 mg/100 ml de zumo mostrando una reducción 59.36%.

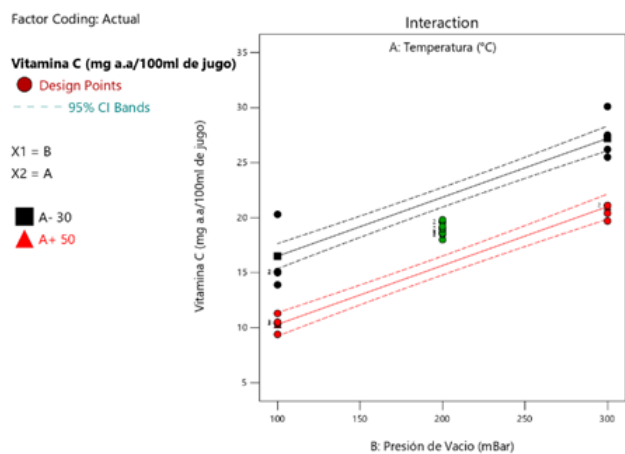


Figura 2. Gráfico de interacción de factores temperatura y la presión de vacío en la vitamina C

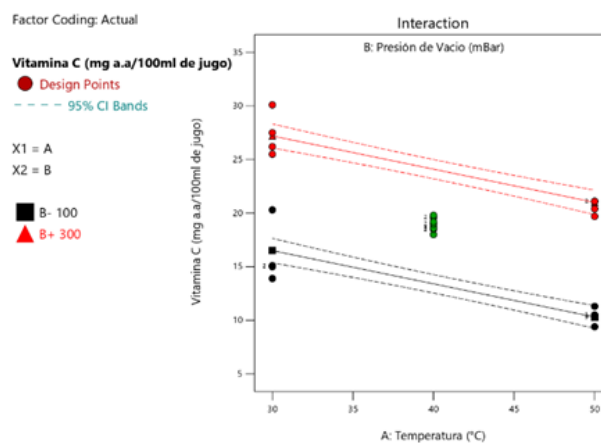


Figura 3. Gráfico de interacción de factores de presión de vacío y temperatura en la vitamina C

Según las figuras 4 y 5 muestran los gráficos de contorno y superficie respuesta respectivamente, indican que las zonas con coloración amarilla y anaranjado presentan los niveles superiores de contenido de vitamina C, donde a menor temperatura y mayor presión de vacío se mantiene una mayor cantidad la vitamina C.

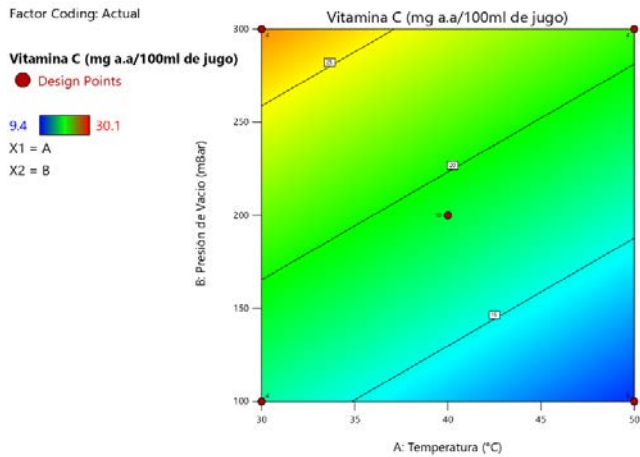


Figura 4. Grafico de contorno de factores temperatura y la presión de vacío en la vitamina C

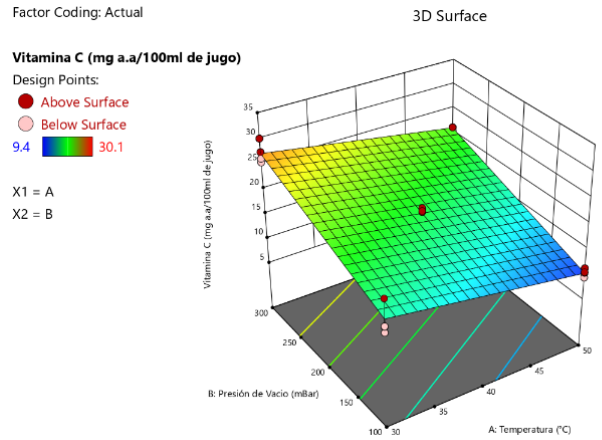


Figura 5. Grafico de superficie respuesta de factores temperatura y la presión de vacío en la vitamina C

Optimización de los parámetros para conservar la vitamina C

Figura 6 y Tabla 10 se muestra la solución óptima para maximizar la cantidad de vitamina C en el proceso de concentrado de zumo, se logró utilizando una temperatura de 30 °C y 300 mbar de presión de vacío.

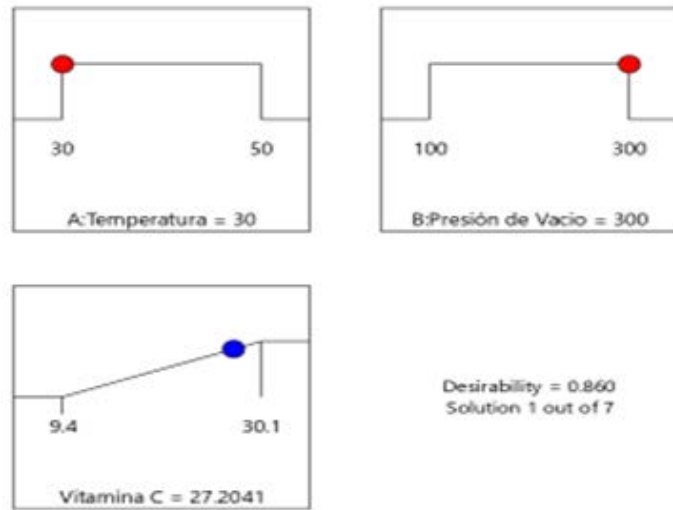


Figura 6. Solución con parámetros óptimos de factores

Tabla 10. Coeficientes óptimos del modelo cinético de cantidad de vitamina C en la concentración

	Intercept	A	B
Vitamina C	18.7537	0.0535021	-0.310021
p-values		< 0.0001	< 0.0001

El modelo cinético predictivo para la conservación de la vitamina C fue:

$$\text{Vitamina C} = 18.7537 + 0.0535021 * \text{presion de vacio} - 0.310021 * \text{temperatura}$$

DISCUSIÓN

En las características fisicoquímicas del zumo de naranja (*Citrus sinensis*), la humedad determinada fue 89.2% siendo corroborada con la investigación de Leiton, Mosquera, Ayala, & Ochoa (2016) quienes indican que el zumo de naranja fresca presenta una humedad de 90.52%, así mismo Mosquera, Ayala, & Ochoa (2012), reportó una humedad de 95.52%. Para los sólidos totales, el zumo de naranja presento 11.2 °Brix, siendo corroborado con la investigación de Ariza et al. (2014) quienes determinaron un contenido de solidos totales de 7.7 a 9.6 °Brix. La acidez titulable del zumo estuvo en 0.97% p/p, g a.c/100g muestra, siendo corroborada por Schwab, Ferreyra, Gerard, Liliana, Davies (2013) que obtuvieron valores de acidez titulable de 0.72% de ácido cítrico. El pH del zumo de naranja se encontró en 3.61, siendo corroborado con la investigación de Romero (2020) que indicó que el pH del zumo de naranja es 3.37. Y el contenido de vitamina C obtenido fue 50.2 mg a.a/100ml de zumo de naranja, lo cual fue corroborado por Avalo, Pérez, & Tovar (2009) que determinaron un contenido de 50.05 mg a.a/100ml de zumo de naranja.

En las figuras 2 y 3, se observó que a 100 mbar y 30°C la reducción de vitamina C en el zumo de naranja fue de 70.8%, a 100 mbar y 50°C la reducción fue de 79.34%, a 300 mbar y 30°C la reducción fue 40.79% , a 300 mbar y 50°C la reducción fue de 59.36%, con una variación entre extremos de 38.55% indicando la diferencia producto de las dos variables. Tabla 7, los parámetros de operación en la concentración del zumo para los parámetros de temperatura, presión de vacío e interacciones son significativos en la conservación de la vitamina C del zumo de naranja. Lo cual es respaldado por Munyaka, Makule, Oey-I, & Hendrickx (2010) que determinaron que el contenido de ácido ascórbico disminuye de forma significativa durante las etapas de procesamiento, como también por exposición a altas temperatura, presencia de oxígeno, variaciones de presión, exposición a la luz, presencia de iones metálicos y azúcares reductores y variación de pH. Además, según Nagy (1980) y Manso, Oliveira, Oliveira, & Frias (2001) determinaron que los parámetros de procesamiento térmico como temperatura

y presión influyen negativamente a los niveles de ácido ascórbico. También Ordoñez & Yoshioka (2012) indican que el contenido de ácido ascórbico en los alimentos es afectado por procesamiento y los tiempos de almacenamientos. Estos resultados tienen relación con los encontrados en la investigación de Cortes, Cabrera, & Ortega (2018) que indican que el ácido ascórbico se vio afectado por el tiempo y el aumento de temperatura, consiguiendo disminuir en 15.3%, 34.3% y 42.3%, con temperaturas de 4°C, 20°C y 30°C, respectivamente. Tenesaca (2010), reportó en una operación de deshidratado de uchuva un contenido de vitamina C de 105.69 mg/100g con pérdidas de 32% a una temperatura optima de 60°C, debido a que a esta temperatura hay menos pérdida de vitamina C, reportando mayor pérdida al incrementar la temperatura. Además, según Avalo, Pérez, & Tovar (2009) en su investigación determinó que después de 34 minutos el efecto a 77°C y 52.3 Kpa tuvo una conservación de 19.62 mg A.A./100 ml de zumo de jugo, mientras que a 102°C y 19.6 Kpa se mantuvo una conservación de 1.09 mg A.A./100 ml zumo de naranja, indicando que la presión de vacío ayuda a reducir la temperatura de evaporación de agua durante la concentración de zumo manteniendo mayor cantidad de ácido ascórbico en el producto concentrado.

CONCLUSIONES

Los parámetros de operación de temperatura y presión de vacío durante la concentración de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) en el evaporador rotativo influyen en la cantidad de vitamina C. Los parámetros óptimos en la concentración de zumo de naranja fueron a una temperatura a 30°C y presión de vacío a 300 Kpa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (2000). Official methods of Analysis. 16th Edition. Association of official Analytical Chemists. Washington D.C, USA.
- ailimpo. (12 de Noviembre de 2021). Valor nutricional de los limones. Obtenido de Asociación interprofesional de limón y pomelo.: https://www.ailimpo.com/documentos/Valores_nutricionales_Limones.pdf
- Ariza, F., Tejacal, I., Beltrán, M., Ambriz, C., Aarón, L., Barrios, A., & Barbosa, M. (2014). Calidad de los frutos de naranja "valencia" en morelos, México. . Revista Iberoamericana de tecnología postcosecha, 11, 148-153.

- Avalo, B., Pérez, S., & Tovar, M. (2009). Caracterización preliminar del proceso de concentración del jugo natural de naranja en un evaporador de tres efectos. *Interciencia*, (34)11, 784-790 pp. Recuperada de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33913148005>.
- Beal, T., Massiot, E., Arsenault, J., Smith, M., & Hijmans, R. (2017). Global trends in dietary micronutrient supplies and estimated prevalence of inadequate intakes. *PLoS One*, 12(4). DOI: 10.1371/journal.pone.0175554.
- Calabrese G., M. L. (2013). Effects of vitamin C on health: A review of evidence. *Biosci-Landmark*.
- Ciancaglini, P. (2001). Using a classical method of vitamin C quantification as a tool for discussion of its role in the body. *Revista Biochemistry and molecular biology education*, 29 (3), pp. 110-114.
- Cortes, M., Cabrera, Y., & Ortega, R. (2018). Efecto del almacenamiento sobre uchuva acondicionada con componentes fisiológicamente activos y deshidratada por aire caliente. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, DOI: 10.31910/rudca.v21.n2.2018.989.
- Domínguez, E., & Ordoñez, E. (2013). Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina C de zumos cítricos de Lima dulce (*Citrus limetta*), limón tahití (*Citrus latifolia*), limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush) y mandarina Cleopatria (*Citrus reshni*) almacenados en refrigeración. *Investigación y Amazonía*, 3 (1): 30-35.
- Gan, R., Eintracht, S., & Hoffer, L. (2008). Vitamin C deficiency in a university teaching hospital. *J Am Coll Nutr*, 27(3):428-33. doi: 10.1080/07315724.2008.10719721.
- García, G., García, A., Mejía, O., Clavijo, D., Hernández, S., Báez, S., & Cobos, C. (2006). Aspectos bioclínicos y patobiológicos de la vitamina C en la especie humana. *Rev CES Med*, 20(2):53-72.
- Hediger, M. (2002). New view at C. *Nature Medicine*, 8, 445–446. <https://doi.org/10.1038/nm0502-445>.
- INS. (11 de Noviembre de 2021). Micronutrientes. Sala situacional alimentaria nutricional 3. Obtenido de Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y nutrición: https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/sala_nutricional/sala_4/2016/01_Sala_Situacional_Alimentaria_Nutricional_3_Micronutrientes.pdf
- Leiton, R., Mosquera, V. E., Ochoa, M. C., & Ayala, A. A. (2016). Evaluación de propiedades físico-químicas en secado de naranja (*Citrus sinensis*) mediante liofilización: influencia del espesor. *Agronomía Colombiana*, (1) 302-304. Doi: 10.15446/agron.colomb.sup.2016n1.58087.
- Levine, M. (1986). New concepts in the biology and biochemistry of ascorbic acid. *The New England journal of medicine*, 314(14), 892–902. <https://doi.org/10.1056/NEJM198604033141407>.

- Manso, M., Oliveira, F., Oliveira, J., & Frias, J. (2001). Modelling ascorbic acid thermal degradation and browning in orange juice under aerobic conditions. *International Journal Of Food Science and Technology*, 36(3): 303-312.
- Mosdol, O., Erens, B., & Brunner, E. (2008). Estimated prevalence and predictors of vitamin C deficiency within UK's low-income population. *J Public Health (Oxf)*, 30(4):456-60. doi: 10.1093/pubmed/fdn076.
- Mosquera, E., Ayala, A., & Ochoa, C. (2012). Influencia de la congelación con nitrógeno líquido sobre el secado de naranja por liofilización. *Vitae*, (19)1. 204-206. Recuperada de https://www.researchgate.net/publication/313342065_INFLUENCIA_DE_LA_CONGELACION_CON_NITROGENO_LIQUIDO_SOBRE_EL_SECADO_DE_NARANJA_POR_LIOFILIZACION.
- Munyaka, A., Makule, E., Oey-I, V., & Hendrickx, M. (2010). Thermal Stability of L-Ascorbic Acid and Ascorbic Acid Oxidase in Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *J Food Sci.*, 75 (4), C336-C340.
- Nagy, S. (1980). Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. *Journal of agricultural and food chemistry.*, 28(1), 8-18. <https://doi.org/10.1021/jf60227a026>.
- Ordoñez, L., & Yoshioka, L. (2012). Cinética de degradación térmica de vitamina C en pulpa de mango (*Mangifera indica* L.). *Vitae*, 19: 81-83.
- Ratanachu, S., Sukswai, P., Jeerathanyasakun, Y., & Wongtapradit, L. (2003). Scurvy in pediatric patients: a review of 28 cases. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 86 Suppl 3, S734–S740. Recuperada de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14700174/>.
- Romero, C. (2020). Liofilización de zumo de naranja de la variedad Valencia y Tangelo y su influencia en la degradación de la vitamina C [Tesis de Pregrado]. Tarapoto-Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Schleicher, r., Carroll, M., Ford, E., & Lacher, D. (2009). Serum vitamin C and the prevalence of vitamin C deficiency in the United States: 2003-2004 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Am J Clin Nutr*, 90(5):1252-63. doi: 10.3945/ajcn.2008.27016.
- Schvab, Maria del C.; Ferreyra, Maria M.; Gerard, Liliana M.; Davies, Cristina V. (2013). Parametro de calidad de jugos de naranja entrerrianas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(1), 85-92. Recuperada de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81327871015.pdf>

-
- Tenesaca, J. (2010). Evaluación nutricional de la uvilla (*Physalisperuviana* L.) deshidratada, a tres temperaturas mediante un deshidratador de bandejas [Tesis de grado]. Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Recuperada de [https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-Nutricional-de-la-Uvilla-\(Physalis-L.\)-Tenesaca-Roc%C3%ADo/71d82bee24dd7cb3ee656624fe1c0381122277f8](https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-Nutricional-de-la-Uvilla-(Physalis-L.)-Tenesaca-Roc%C3%ADo/71d82bee24dd7cb3ee656624fe1c0381122277f8).
- Villagrà, M., Muñoz, M., Troncoso, C., Morales, C., & Mardones, L. (2019). Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Rev Chil Nutr*, 46(6): 800-808. Recuperada de <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v46n6/0717-7518-rchnut-46-06-0800.pdf>.
- Walter, P. (1994). Vitamin requirements and vitamin enrichment of foods. *Food Chem*.