

## **Determinación de vitamina c en sandías mediante el método de voltametría lineal**

### **Determination of Vitamin C in watermelons by the linear voltammetric method**

Carlos García  
Ninoska Gutiérrez  
Katherine Pinzón  
Diana Torres  
Cristhian Cabrera  
Irma Ochoa  
Mónica Lapo  
Universidad Técnica de Machala  
[cgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:cgarcia@utmachala.edu.ec)

#### **Resumen**

La investigación tuvo como objetivo evaluar la vitamina C en variedades de sandía que se consume en la ciudad de Machala, aplicamos el método de Voltametría Lineal, por cada muestra se extrajo 5 ml. de zumo de sandía, con la adición de un electrolito y una solución patrón, mediante el Potenciostato, empleamos la curva de calibración, aplicando ANOVA, los resultados obtenidos muestran diferencias de concentración en sandías: {(SQ) 170,344, (SCE) 110,194, (SEP) 109,357, (SESS) 260,387mg/100 g}. Se concluye que la variedad de sandía (SESS) es una fuente importante de Vitamina C capaz de suplir las necesidades diarias del ser humano.

**Palabras clave:** Sandía, vitamina c, voltametría.

#### **Abstract**

The research had as objective evaluate the vitamin C in varieties of watermelon that is consumes in the city of Machala, apply the Linear voltammetric method, by each sample is extracted 5 ml. of juice of watermelon, with the addition of an electrolyte and a solution pattern, through the Potentiostat, employ the curve of calibration, applying ANOVA, them results obtained show differences of concentration in watermelons {(SQ) 170,344, (SCE) 110,194, (SEP) 109,357, (SESS) 260,387mg/100 g}. It is concluded that the variety of watermelon (SESS) is an important source of vitamin C able to meet the daily needs of human beings.

**Keywords:** Watermelon, vitamin c, voltammetric.

## INTRODUCCIÓN

Las frutas cumplen funciones muy importantes en la ingesta diaria humana, donde mediante investigaciones se conoce que el consumir alto porcentaje de frutas logra menor incidencia de padecer diversas patologías debido a su alto contenido de vitaminas, minerales, los cuales disminuyen el efecto del estrés oxidativo (Sisalima, 2013). Una de las diversas frutas consumidas con frecuencia por la población es la sandía, la cual es una fruta milenaria cuyo origen se sitúa en África tropical. Su cultivo se remonta a unos 3500 años en el baño de Nilo, contiene agua (95%) de su peso. (“Sandía,” n.d.). Es un magnífico diurético, se conforma de carotenoides, licopeno los cuales conservan propiedades no tóxicas y poseen efectos beneficiosos al organismo en su función como antioxidantes, quimioterapéuticos sobre enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (European et al., 1995). En particular el uso de la voltametría en la determinación de vitamina C, la cual es una técnica electroquímica rápida y sencilla (Rico, Elsner, & Bidegain, 2007), se caracteriza por un barrido, desde un potencial E1 hasta un potencial E2, que circula a través del electrodo de trabajo, se obtienen curvas de intensidad de corriente en función del potencial, (Ibáñez Abad, 2010; Vilasó Cadre, Baeza Reyes, & Arada Pérez, 2014). La vitamina C también llamado ácido ascórbico (Matos & Chuquilín, 2010), en seres humanos está concentrado en varios órganos (Serra & Cafaro, 2007a), es un nutrimento esencial para los seres humanos. *La Food and Drug Administration (FDA)* menciona a la vitamina C como un “aditivo alimenticio”, debido que esta vitamina se asocia a la síntesis de diferentes moléculas de importancia y a su efecto antioxidante en la reducción de riesgo de contraer cáncer (Gutierrez, Hoyos, & Páez, 2007). Este ácido se encuentra presente en variedades de frutas y verduras (Estrella, Nipotti, Orive, & Fernández Bussy, 2015). Dentro de las funciones del ácido ascórbico se encuentra la fijación de oxígeno en alimentos enlatados, fijación de radicales libres (Couto & Canniatti Brazaca, 2010; Oxilia, 2014), regeneración de vitamina E, síntesis del colágeno, lípidos, proteínas (Serra & Cafaro, 2007b). Una baja ingesta podría causar enfermedades por deficiencia más conocida como escorbuto (Ramirez & Pacheco, 2011). Este trabajo investigativo aporta a la comunidad como una guía al momento de seleccionar frutas en su dieta alimenticia enfocándose a la prevención de enfermedades por deficiencia de vitamina C.

## MATERIALES Y MÉTODOS

- *Ubicación geográfica:* el estudio se efectuó en la Universidad Técnica de Machala – UACQS a T° 28°C y humedad de 60-83%. Longitud: 79°59'0" W. Latitud: 3°16'0" S.
- *Tipo de investigación:* se trata de un estudio explicativo-experimental, consistió en cuantificar la vitamina C de la sandía, a base de picos de intensidad de corriente a varias concentraciones del patrón.
- *Diseño del experimento:* se realizó un blanco a varias concentraciones de vitamina C (5, 12, 17, 25, 35ml.), se agregó 5ml de zumo de sandía para medir cada pico de intensidad de corriente ( $\mu\text{A}$ ) en el Potenciostato y cuantificar la concentración en cada sandía por triplicado.
- *Equipos:* se utilizó un Potenciostato (*Princeton Applied Research* calibrado previamente, se aplicó: un electrodo de trabajo de carbón vítreo, un electrodo de

referencia (Ag/AgCl/KCl) y un contra electrodo de platino. Una balanza analítica, bombona de nitrógeno.

- *Reactivos y materiales:* el  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ , KCl, HOH desionizada, Las Soluciones fueron preparadas en envases adecuados de color ámbar para evitar oxidaciones y degradaciones, Los materiales utilizados fueron: mortero con pistilo, embudo, soporte para embudo y papel filtro pipetas volumétricas, balones volumétricos, vasos de precipitados.

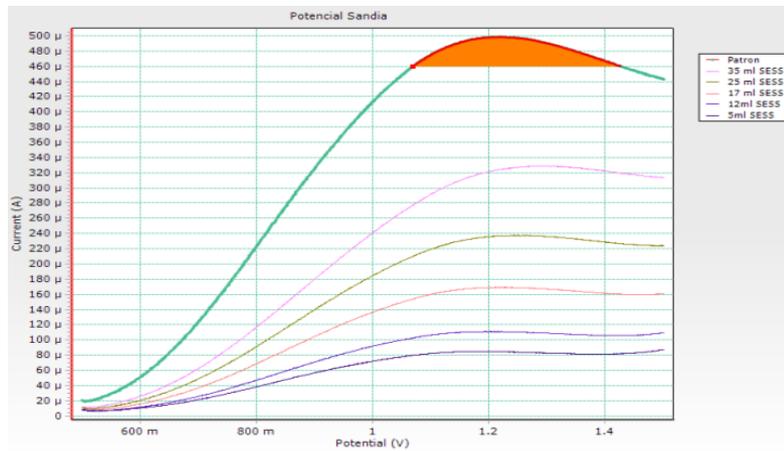
$\text{HNO}_3$  0,1 M agregamos agua desionizada y 6,92ml  $\text{HNO}_3$  luego aforamos a 1000 ml. Electrolito de soporte pesamos 2,5 gr  $\text{NaNO}_3$  luego aforamos con 250 ml  $\text{HNO}_3$  0.1 Molar. Solución patrón. - se pesa 0.5 gr de Vitamina C y se afora con 100 ml. de electrolito soporte.

- *Muestras para el análisis:* se recolectaron aleatoriamente 3 muestras de 4 variedades de sandías en Machala en buen estado, sacamos el zumo hasta obtener 50 ml por cada muestra.
- *Métodos analíticos. Cuantificación de Vitamina C mediante Voltametría:* este método se basa en la respuesta de corriente vs potencial de un electrodo de carbón vítreo (Ortiz & Martínez, 2013). A partir de la solución patrón, se realizaron diluciones con electrolito soporte y el zumo de sandía, en balones volumétricos de 50 ml, se procede a la purga de la celda con nitrógeno durante 8 minutos antes de cada lectura. El método establece la concentración desconocida del analito Vit. C en las sandías que son analizadas, agregando una cantidad definida de una solución estándar de concentración conocida. Para ello se establece una relación entre el volumen de estándar agregado y la respuesta del pico de análisis intensidad de corriente máxima. Los datos obtenidos en el voltograma fueron utilizados para elaborar las curvas de calibración. Además, se realizó un análisis de varianza ANOVA y se calculó las medias y desviaciones estándar de las concentraciones de Vitamina C.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los voltagramas obtenidos muestran las curvas de intensidad de corriente en función del potencial para cada medición de Vitamina C, hasta llegar al máximo equilibrio donde la curva comienza a decaer.

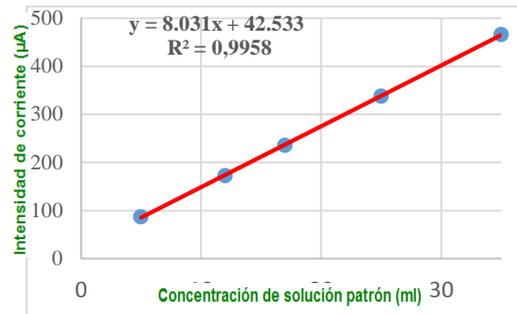
Figura 1. Voltagrama de diferentes concentraciones 5mL (azul), 12 ml. (lila), 17 ml. (rojo), 25 ml. (verde) y 35 ml. (fucsia) de adición de solución patrón de vitamina C en sandías



Fuente: elaboración propia.

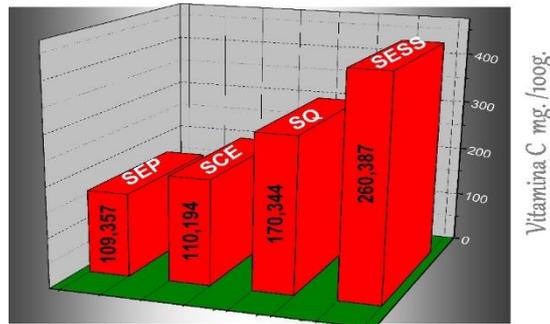
Para la determinación de Vit. C en las sandías se aplicó la fórmula para determinar la ecuación de la recta mediante regresión lineal logrando factores de correlación próximos a 1.00, lo que indica la dispersión de los datos es baja o casi nula y que el modelo matemático se ajusta a ellos.

Figura 2. Variación de la intensidad ( $\mu\text{A}$ ) en relación a la concentración de Vitamina C en sandías



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Contenido de Vitamina C en sandías en variedades de sandías: (SQ), (SCE), (SEP), (SESS), por Voltametría



Fuente: elaboración propia.

La concentración de Vitamina C en sandías ecuatorianas sin semilla (SESS) tiene una mayor concentración de C en relación a las demás sandías analizadas {(SQ) 170,344, (SCE) 110,194, (SEP) 109,357  $\text{mg}/100\text{g}$ } como se muestra en la figura 3.

Para determinar si hay una diferencia significativa de Vitamina C entre las variedades de sandías, se utilizó el método estadístico de Análisis de varianza (ANOVA) de un factor, con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$  (a un 5% de error). Para este método, es necesario el planteamiento de las hipótesis: nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_1$ ).

$H_0: \bar{x}_1 \cong \bar{x}_2 \cong \bar{x}_3 \cong \bar{x}_4$  Las medias del Vitamina C en todas las muestras de sandías de las variedades analizadas son similares; es decir, no hay una diferencia significativa de Vitamina C,  $H_1: \exists \bar{x}_i \neq \bar{x} \quad i = 1, 2, \dots, 4$ ; Las medias de vitamina C de las muestras de sandías analizadas difieren entre sí; es decir, hay una diferencia significativa de vitamina C.

En la Tabla 1 se obtienen los resultados de ANOVA de un factor aplicada a la intensidad de corriente registrada en los 4 tipos de muestras de sandías; en (a) se aprecia los estadísticos básicos: suma, media, desviación estándar y varianza; en (b) se evidencian los resultados del análisis de varianza, el estadístico de prueba F de Fisher calculado es mayor que el valor F de tabla ( $66,253 > 4,066$ ) o  $p < \alpha$  ( $0,00000543 < 0,05$ ), por lo tanto, se acepta  $H_1$  y se corrobora que si hay una diferencia significativa de vitamina C entre las distintas muestras de sandías analizadas. La media de las muestras de sandía de la variedad de SESS es superior al resto de muestras (260,387 mg/100g) y la media de muestras de la variedad de sandía especial peruana (SEP) presenta el valor mínimo de vitamina C (109,357 mg/100g).

Tabla 1. ANOVA: de un factor de concentración de vitamina C en 4 variedades de sandía

a) Resumen de estadísticos

Grupos	#Muestras	Suma Vitamina C	Promedio Vitamina C	Desviación Estándar	Varianza
SESS	3	781,16	260,387	30,145	908,745
SQ	3	511,033	170,344	0,960	0,923
SCE	3	330,583	110,194	2,018	4,071
SEP	3	328,07	109,357	2,039	4,157

☐

b) Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	45610,230	3	15203,410	<b>66,253</b>	5,42957E-06	<b>4,066</b>
Dentro de los grupos	1835,792	8	229,474			
Total	47446,022	11				

☐

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

En la presente investigación se puede concluir, que la sandía en su estado comercial es una fuente importante de Vitamina C capaz de cubrir las necesidades del ser humano.

Se determinó la concentración de vitamina C en 4 variedades de sandías por Voltametría lineal mediante el proceso estadístico ANOVA de un factor, se corroboró la hipótesis de que sí existe una diferencia significativamente mayor de concentración de ácido ascórbico en sandías de SESS (Sandia Ecuatoriana sin semilla). Finalmente, se comprueba que la medición de la intensidad de corriente aplicando el método de Voltametría lineal, cuantifica vitamina C en frutas y productos alimenticios del ser humano.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Couto, M. A. L., & Canniatti Brazaca, S. G. (2010). Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*. 30(1), 15–19.
- Estrella, V., Nipotti, J., Orive, M., & Fernández Bussy, R. (2015). La piel y sus nutrientes. *Revista Argentina de Dermatología*. 96(2), 117–133.
- Gutierrez, T., Hoyos, O., & Páez, M. (2007). Ascorbic Acid Determination in Gooseberry. *Revista Biotecnología II*.
- Ibáñez Abad, J. (2010). *Desarrollo de Microsensores de oxígeno disuelto para la caracterización de biopelículas*. Universidad Autónoma de Balencia. Recuperado de: [http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2010/hdl\\_2072\\_151818/PFC\\_JavierIbanezAbad.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2010/hdl_2072_151818/PFC_JavierIbanezAbad.pdf)
- Matos, A., & Chuquilín, E. F. (2010). Estudio de la Influencia de la Concentración en la Retención de Vitamina C en Jugo Fresco y Concentrado de Carambola (Averrhoa carambola L.). *Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*.1(2218–3310), 36–42.
- Ogunlesi, M., Okiei, W., Azeez, L., Obakachi, V., Osunsanmi, M., & Nkenchor, G. (2010). Vitamin C contents of tropical vegetables and foods determined by voltammetric and titrimetric methods and their relevance to the medicinal uses of the plants. *International Journal of Electrochemical Science*. 5(1), 105–115.
- Okiei, W., Ogunlesi, M., Azeez, L., Obakachi, V., Osunsanmi, M., & Nkenchor, G. (2009). The voltammetric and titrimetric determination of ascorbic acid levels in tropical fruit samples. *International Journal of Electrochemical Science*. 4(2), 276–287.
- Oxilia, R. M. (2014). Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. *Revista del Instituto de Medicina Tropical*. 5(2), 23–27.
- Quipo-Muñoz, F. E., Ramírez-Muñoz, Á. M., Rojas-Pérez, J. A., & Ordoñez-Santos, L. E. (2013). Cambios en la Vitamina C y el Color durante la Cocción del Pimentón Verde (*Capsicum Annuum* L.). *Tecnológicas*. 0(31), 141–150.
- Ramirez, A., & Pacheco, E. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*. 36(1), 71–75.

- Serra, H. M., & Cafaro, T. A. (2007a). Ácido ascórbico : desde la química hasta su crucial función protectora en ojo Ascorbic acid : from chemistry to its crucial R esumen. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. 41(4), 525–532.
- Vilasó Cadre, J. E., Baeza Reyes, A., & Arada Pérez, M. de los Á. (2014). Propuesta de instrumentación voltamperométrica de bajo costo para uso docente en la carrera de Química. *Natura*. 1(1), 14–18.