

Cuantificación de ácido ascórbico en pimientos comercializados en la zona 7 del Ecuador aplicando voltamperometría

Quantification of ascorbic acid in peppers commercialized in the zone 7 of Ecuador applying voltammetry

Carlos García González
Universidad Técnica de Machala
(Machala - Ecuador)
cgarcia@utmachala.edu.ec

Hugo Romero Bonilla
Universidad Técnica de Machala
(Machala - Ecuador)

Byron Lapo Calderón
Universidad Técnica de Machala
(Machala - Ecuador)

Humberto Ayala Armijos
Universidad Técnica de Machala
(Machala - Ecuador)

Adriana Lam Vivanco
Universidad Técnica de Machala
(Machala - Ecuador)

Alexander Moreno Herrera
Universidad Técnica de Machala
(Machala - Ecuador)

Revista Cumbres Vol.3 N°2
Versión impresa ISSN 1390-9541
Versión electrónica ISSN 1390-3365
<http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es cuantificar, mediante métodos electroquímicos, el ácido ascórbico (AA) de pimientos comerciales de la zona 7 del Ecuador, que comúnmente llegan al mercado Mayorista de la ciudad de Machala. Para este análisis se determinó la intensidad de corriente reflejada por cada pico de oxidación en micro amperios (μA); requiriéndose la utilización de electrodos de carbono vítreo, plata/cloruro de plata y platino. De cada una de las muestras se extraen 5 ml de zumo de pimiento verde, se analiza por triplicado con la adición de un electrolito de $\text{NaNO}_3/\text{HNO}_3$ 0,1M y una solución patrón de ácido ascórbico en orden ascendente según volúmenes (5, 12, 17, 25 y 35 ml). Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas de concentración de AA en pimientos verdes de: Sta. Isabel Criollo (82,700 mg/100 g), Arenillas Criollo (101,886 mg/100 g), Lojano Grueso (102,212 mg/100 g), Guayas Grueso (125,954 mg/100 g), Palmales - Salvador (150,296 mg/100 g), Oña Grueso (158,447 mg/100 g), Sta. Isabel Orgánico (174,269 mg/100 g). Con los resultados de la presente investigación, se concluye que el pimiento que se comercializa en la zona 7 del Ecuador es una fuente importante de ácido ascórbico, capaz de satisfacer las necesidades básicas diarias de este antioxidante recomendadas en la alimentación humana.

Palabras clave: métodos electroquímicos, voltamperometría, pimiento, ácido ascórbico.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine, by electrochemical methods, the ascorbic acid (AA) of commercial peppers from zone 7 of Ecuador, which commonly reach the wholesale market of the city of Machala. For this analysis, the current intensity reflected by each oxidation peak in micro amperes (μA) was determined; requiring the use of vitreous carbon electrodes, silver chloride and platinum. In this experiment, 5 ml of green pepper juice was extracted from each sample and analyzed in triplicate with the addition of a 0.1 M $\text{NaNO}_3/\text{HNO}_3$ electrolyte and a standard ascorbic acid solution in ascending order according to volumes (5, 12, 17, 25, 35 ml). The results obtained show a significant difference in the concentration of AA in green peppers of: Sta. Isabel Criollo (82.700 mg / 100 g), Arenillas Criollo (101.886 mg / 100 g), Lojano Grueso (102.212 mg / 100 g), Guayas Grueso 125.954 mg / 100 g), Palmales-Salvador (150.296 mg / 100 g), Oña Grueso (158.447 mg / 100 g), Sta. Isabel Orgánico (174.269 mg / 100 g). In conclusion, pepper harvested in the zone 7 of Ecuador is a high source of acid Ascorbic, capable of meeting the daily diet of this antioxidant recommended for human consumption.

Keywords: Electrochemical methods, voltammetry, pepper, Ascorbic Acid.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador el cultivo de pimiento juega un papel muy importante en su actividad productiva y es una de las hortalizas que contiene ácido ascórbico (AA) (Ogunlesi et al., 2010; Okiei et al., 2009; Flores, Gomariz, Navarro, Costa, & Catala, n.d.) en cantidades suficientes para suplir los requerimientos diarios del ser humano (60 - 90 mg/día) (Serra & Cafaro, 2007; Vald, 2006). (Silvar & García-gonzález, 2017).

El AA es conocido como vitamina C (Matos & Chuquilín, 2010), es un buen antioxidante del organismo (Sikora & Świeca, 2017) y en seres humanos está concentrado en varios órganos (Serra & Cafaro, 2007). Es una vitamina hidrosoluble sintetizada a partir de la glucosa (Blanco A., 2006; Vald, 2006) y se considera un antioxidante exógeno, es decir; que su ingesta es mediante frutos, hortalizas o suplementos vitamínicos (Estrella, Nipotti, Orive, & Fernández Bussy, 2015). Esta vitamina disminuye los daños oxidativos de ácidos nucleicos, proteínas y lípidos causados por especies reactivas de oxígeno que se relacionan con procesos de carcinogénesis y envejecimiento (Couto & Canniatti Brazaca, 2010; Oxilia, 2014). Varias investigaciones relacionan al AA con la prevención y curación de algunas enfermedades cardiovasculares, inmunológicas, el escorbuto, el mal de párkinson y el alzhéimer, así como el cáncer, diabetes y cataratas (Ramirez & Pacheco, 2011; Silvar & García-gonzález, 2017)

El pimiento pertenece al género *Capsicum* de Solanaceae y es originario de Perú y Bolivia. Existen 40 especies distribuidas en América (Gago Mesejo, 2015) y es una hortaliza de gran importancia comercial, sus cultivos se extienden en muchos países del mundo (Gago Mesejo, 2015; Parceró, 2014). La producción está enfocada al consumo fresco, seco, en conserva o bien deshidratado y pimentón (Lois, 2015), pero su éxito radica que además de ser una especie que imparte color, sabor y aroma posee variabilidad y gran nivel nutricional que previene la oxidación acelerada en la célula (Rodríguez Llanes, Depestre, & Palloix, 2014). Ecuador comercializa cada vez más los pimientos, las siembras se realizan en invernaderos y al aire libre (Gavilanes-Terán et al., 2017; Silvar & García-gonzález, 2017).

En esta investigación se analizaron muestras que llegan a la zona 7 del Ecuador (centro de acopio en Machala, mercado Mayorista).

Para el análisis y cuantificación de AA existe varias técnicas: volumétricas (Hidalgo, 2011), yodométricas, espectrofotométricas (Gómez Ruiz, Roux, Courtois, & Bonazzi, 2016), cromatográficas (Flores et al., n.d.), además de utilizar métodos electroquímicos (Flores M., Sandoval C., Valdivia U., & Aguilar G., 2010). La técnica amperometría (Alonso-Lomillo, Domínguez-Renedo, Saldaña-Botín, & Arcos-Martínez, 2017; Bartolome & Frago, 2017; Choukairi et al., 2015; Ghanbari & Hajian, 2017; Hsu et al., 2017; Jayaprakash, Swamy, Chandrashekar, & Flores-Moreno, 2017; Wang et al., 2014), ha sido seleccionada para esta investigación, debido a que los compuestos al actuar como agentes reductores en disoluciones, tienden a ser fácilmente oxidados sobre el contorno de un electrodo; donde, el potencial bajo de oxidación corresponde a un alto poder antioxidante (Alves, David, Juceni,

Bahia, & Aguiar, 2010; Flores M. et al., 2010).

La electroquímica es una opción para el análisis de compuestos orgánicos, a niveles de partes por millón, partes por billón y partes por trillón (Lara Sandoval, García Colmenares, & Chaparro Acuña, 2015). Esta técnica aporta información cuantitativa de los analitos en disolución, puesto que la intensidad del pico registrado en la reacción redox está relacionada directamente con la concentración de la muestra, cada especie tiene un potencial característico de oxidación/reducción (Vilasó Cadre, Baeza Reyes, & Arada Pérez, 2014).

Esta técnica se caracteriza por un barrido de potencial, desde un potencial E1 hasta un potencial E2, a velocidad de barrido constante. Se registra la corriente que circula a través del electrodo de trabajo cuando se impone un potencial variable en el tiempo. Se obtienen curvas de intensidad de corriente en función del potencial, denominadas curvas i-E (Ibáñez Abad, 2010; Vilasó Cadre et al., 2014). Cuando el potencial se aleja del potencial de equilibrio ya sea en el sentido anódico como catódico, se vuelve más reductor o más oxidante según el caso, y el consumo de analito aumenta. Además, si el potencial alcanza la región difusiva, la concentración superficial de la especie electroactiva finalmente cae a cero (García, Llanos, Mazón, Dávila, 2016), y el transporte de masa de la especie a la superficie alcanza su máxima velocidad (corriente límite), luego declina por efecto del agotamiento de la especie electroactiva en la cercanía del electrodo, producto de esta oxidación se observa un pico (Ayala Armijos, H., García González, C., Sánchez Prado, R., Jirón Vélez, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica donde se efectuó la Investigación El estudio se efectuó en la Universidad Técnica de Machala - Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud, a una temperatura 20-33°C y humedad de 60-83%. Longitud: 79°59'0" W. Latitud: 3°16'0" S.

Diseño del experimento. Para desarrollar el experimento, se tomaron varios volúmenes de una disolución patrón de AA (5, 12, 17, 25 y 35 ml), a las cuales se les agregó 5ml de zumo de pimiento para medir cada pico de intensidad de corriente (μA), en el potencióstato y cuantificar la concentración en cada pimiento por triplicado.

Equipos

Se utilizó un equipo potencióstato (Princeton Applied Research), con el programa Versa Studio VERSION 2.4, se calibró previamente, y se le añadió una celda electroquímica que consta de 3 electrodos: un electrodo de trabajo de carbón vítreo, un electrodo de referencia (Ag/AgCl/KCl), un contra electrodo de platino, y un cilindro de nitrógeno.

Reactivos y materiales

El nitrato de sodio, ácido nítrico, cloruro de potasio, agua desionizada, fueron adquiridos en PROLABOR. El ácido ascórbico fue suministrado por Sig-

ma-Aldrich y las disoluciones fueron preparadas en envases de vidrio color ámbar para evitar oxidaciones y degradaciones.

Electrolito de soporte ($\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$ 0,1 M). Se preparó en un balón volumétrico (250 ml), se agregó nitrato de sodio (2,5 g), luego se aforó con ácido nítrico 0,1 M

Solución patrón. Se usó ácido ascórbico (AA), extra puro (99,99 %), se pesó 0,5 g en un balón volumétrico de 100 ml y se aforó con electrolito soporte $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$ 0,1 M

Muestras para el análisis. Se recolectaron aleatoriamente 3 muestras de 7 variedades de pimientos del mercado Mayorista de Machala, los pimientos se encontraban en buen estado, frescos y sin lesiones. Se eliminó cualquier impureza, se descartaron semillas, y con ayuda del mortero con pistilo se obtuvo el zumo, que luego fue filtrado hasta obtener 50 ml por cada muestra para inmediatamente analizarlos en el potencióstato antes de que se produzca su oxidación.

Métodos analíticos

Cuantificación de ácido ascórbico (AA) mediante voltamperometría. Este método se basa en la respuesta de corriente contra el potencial de un electrodo de carbón vítreo en una solución problema cargada de un electrolito, como una función del potencial aplicado a través de la celda electrolítica. Este proceso incluye la electrólisis de una o más sustancias electroactivas (Sisalima, 2013), el equipo utilizado fue el potencióstato Princeton Applied Research (Ortiz & Martínez, 2013).

Para los estudios de voltamperometría a partir de la solución patrón, se realizaron diluciones con electrolito soporte y el zumo de pimiento, trabajando volúmenes de 5, 12, 17, 25, 35 ml de solución patrón, con 5 ml de zumo de pimiento verde y solución electrolítica en balones volumétricos de 50 ml; luego 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 (Ácido ascórbico), en los pimientos que son analizados, 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. El barrido de potencial de cada solución fue entre 0 mV y 1,5 mV, utilizando una velocidad de barrido de 0,2 mV/s para obtener voltagramas.

El resultado obtenido en el voltagrama se utilizó para elaborar la curva de calibración, además se realizó un análisis de varianza ANOVA de un factor y se calculó las medias y desviaciones estándar de las concentraciones de AA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los voltagramas obtenidos por voltamperometría de barrido lineal, se muestran las curvas de intensidad de corriente en función del potencial para cada medición de ácido ascórbico, hasta llegar al máximo equilibrio donde la curva comienza a decaer, cada lectura dada se registró mediante el programa Versa Studio Potentiostat.

La intensidad de corriente (μA), aumenta de acuerdo a la concentración de ácido ascórbico en las muestras, por lo tanto, el pico de cada curva indica el aumento de la concentración del analito. En la figura 1 se muestran los picos de oxidación.

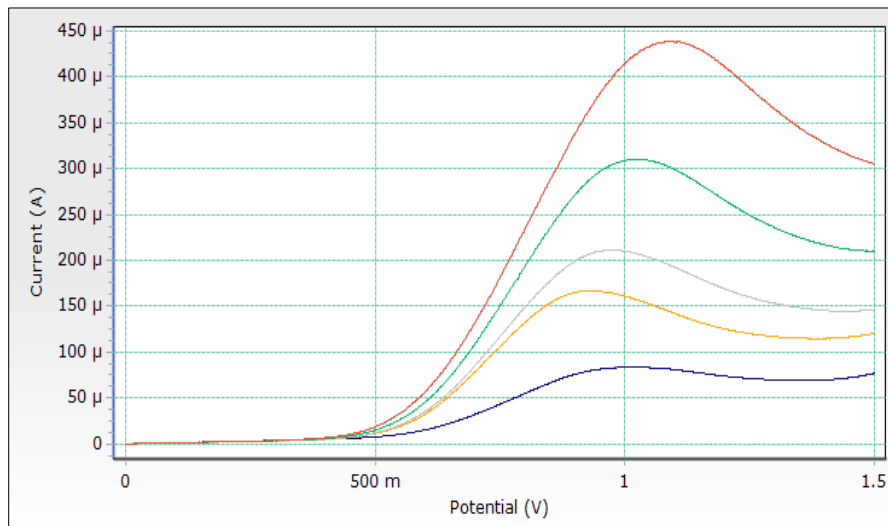


Figura 1. Voltagrama de diferentes volúmenes 5ml (lila), 12 ml (amarillo), 17 ml (gris), 25 ml (verde) y 35 ml de adición de solución patrón de AA en 5 ml en zumo de pimientos verdes.

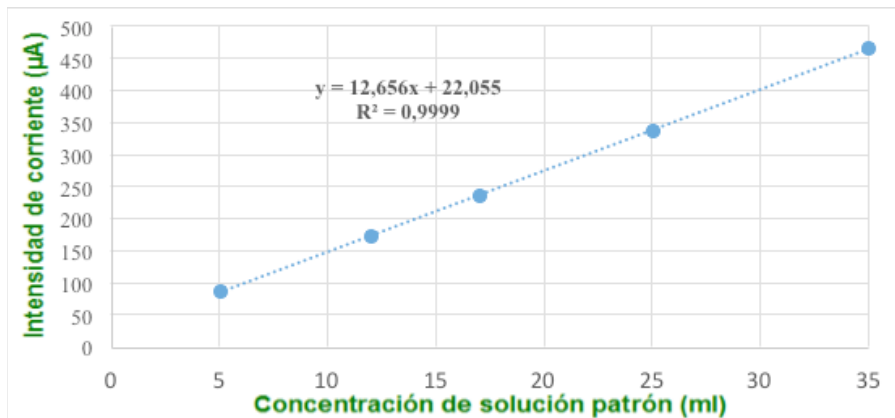


Figura 2. Variación de la intensidad (μA), en relación a la concentración de ácido ascórbico en pimientos verdes de Sta. Isabel Orgánico.

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

$$CM = \frac{(b)(Csi)}{(m)(Vm)}$$

Ecuación (1)

b: Intercepto	μA
Csi: Concentración Solución Patrón	g/ml
m: pendiente	uA/ml
Vm: Volumen de la muestra	ml
CM: Concentración de ácido ascórbico	mg/ 100 g

La concentración de AA en pimientos de Sta. Isabel Orgánico tiene una mayor concentración de AA en relación a los demás pimientos analizados (Fig.3)

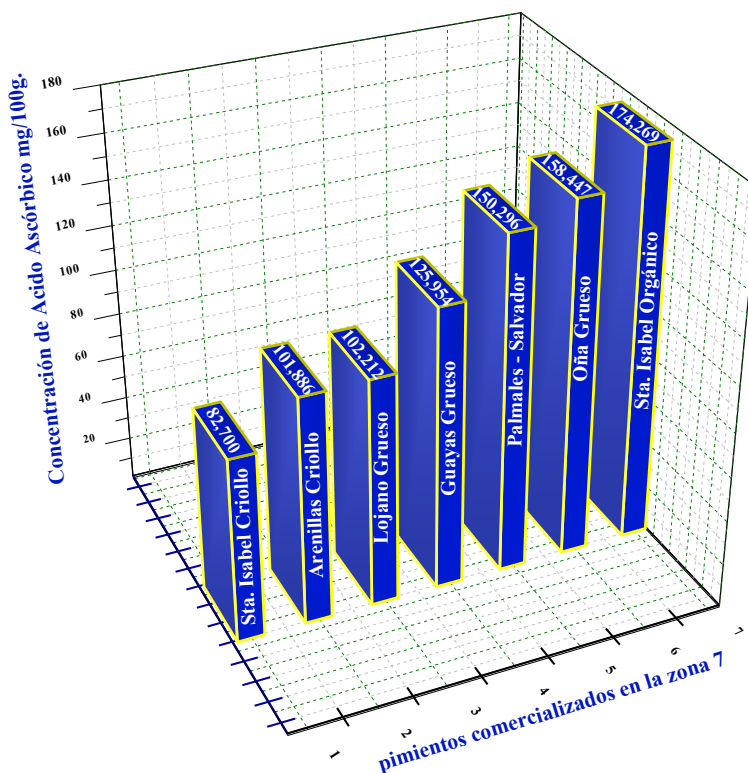


Figura 3. Contenido de AA en pimientos verdes de: Arenillas Criollo, Lojano Grueso, Guayas Grueso, Palmaltes - Salvador, Oña Grueso, Sta. Isabel Orgánico, por voltamperometría.

Para determinar si hay una diferencia significativa de AA entre las variedades de pimientos, 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 : $\bar{x}_1 \cong \bar{x}_2 \dots \cong \bar{x}_7$. Las medias del AA en todas las muestras de pimientos de las variedades analizadas son similares; es decir, no hay una diferencia significativa de AA.

H_1 : $(\exists \bar{x}_i \neq \bar{x}_j ; i=1,2,\dots,7 \wedge j=1,2,\dots,7 \wedge i \neq j)$. Al menos, un par de muestras de pimiento tienen una media diferente; en consecuencia, se asume que hay una diferencia significativa en la concentración de ácido ascórbico entre las muestras.

En la Tabla 1 se obtienen los resultados de Análisis de Varianza de un factor (ANOVA), aplicada a la intensidad de corriente registrada en los 7 tipos de muestras de pimientos; 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 ($41,948 > 2,848$) o $p < \alpha$ ($0,000000037 < 0,05$), por lo tanto, se acepta H1 y se corrobora que si hay una diferencia significativa de concentración en el ácido ascórbico entre las distintas muestras de pimientos analizados. La media de las muestras de pimiento de la variedad de Sta. Isabel Orgánico es superior al resto de muestras (174,269 mg/100g), la media de muestras de la variedad de pimiento de Sta. Isabel Criollo presenta el valor mínimo de AA (82,700 mg/100g).

Tabla 1. ANOVA: de un factor de concentración de Ácido Ascórbico en las 7 muestras de pimiento.
a) Resumen de estadísticos

GRUPOS	# MUES-TRAS	SUMA AA	PROMEDIO AA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VARIANZA
Sta Isabel Criollo	3	248,100	82,700	9,492	90,096
Arenillas Criollo	3	305,657	101,886	8,939	79,915
Lojano Grueso	3	306,635	102,212	8,190	67,076
Guayas Grueso	3	377,863	125,954	8,799	77,424
Palmales - Salvador	3	450,889	150,296	9,644	93,007
Oña Grueso	3	475,340	158,447	10,949	119,890
Sta Isabel Org.	3	522,808	174,269	7,348	53,998

b) Análisis de varianza

	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	20904,742	6	3484,124	41,948	0,000000037	2,848
Dentro de los grupos	1162,811	14	83,058			
Total	22067,553	20				

Esta investigación cuantificó AA basado en investigaciones y publicaciones de métodos electroquímicos (Alonso-Lomillo et al., 2017; Bartolome & Fragoso, 2017; Choukairi et al., 2015; Fang et al., 2017; Ghanbari & Hajian, 2017; Hsu et al., 2017; Jayaprakash et al., 2017; Peng et al., 2015; Rostami, Mehdinia, & Jabbari, 2017; Taei & Jamshidi, 2017; Wang et al., 2014; Xu et al., 2014; Zohreh, Ghoreishi, Behpour, & Mohammadhassan, 2017). Los pimientos verdes de Sta. Isabel orgánico (174,269 mg/100g) mostraron mayor contenido de AA. Estudios realizados por otros autores (Ogunlesi et al., 2010; Okiei et al., 2009), determinan la concentración de ácido ascórbico mediante técnicas electroquímicas en el pimiento verde, obteniendo un valor de 182,34 mg/100g. Quipo-Muñoz, Ramírez-Muñoz, Rojas-Pérez, & Ordoñez-Santos (2013) indicaron que el pimiento verde posee 147,84 mg/100g de ácido ascórbico mediante el método de indofenol. Además, García Carlos, Llanos Maryuri, Mazón Bertha y Dávila Kerly (2016), determinaron la

concentración de vitamina C en pimientos de color rojo (209,042 mg/100 g), versus los verdes (165,261 mg/100 g), en pimientos de Palmares. La determinación de AA también se realizó por HPLC en pimientos de varios cultivares brasileños (152±5 and 123±1 mg/100g), (da Silveira Agostini-Costa, da Silva Gomes, de Melo, Reifschneider, & da Costa Ribeiro, 2017). Se puede observar que nuestros valores coinciden con resultados de varias investigaciones que aplican métodos electro analíticos.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se puede concluir, que el pimiento verde es una fuente importante de ácido ascórbico capaz de cubrir las necesidades mínimas diarias recomendadas de este antioxidante en la alimentación humana.

Se determinó la concentración de ácido ascórbico en pimientos comercializados en el mercado Mayorista de la zona 7 del Ecuador por Voltamperometría. Luego, mediante el proceso estadístico ANOVA (Análisis de Varianza), de un factor se corroboró la hipótesis de que sí existe una diferencia significativamente mayor de concentración de ácido ascórbico en pimientos de Sta. Isabel Orgánico en comparación con los otros pimientos verdes.

AGRADECIMIENTO

Al grupo de Aplicaciones Electroanalíticas, a Bertha Mazón, Lenys Fernández, Patricio Guanuche, Thalía Vera, Adriana Villota, Jhonner Apolo, Elena Basurto, Wilson Loaiza, Maryuri Llanos, Jorge Cun, Jhonny Pérez, sin su aporte este trabajo no hubiese sido el mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Lomillo, M. A., Domínguez-Renedo, O., Saldaña-Botín, A., & Arcos-Martínez, M. J. (2017). Determination of ascorbic acid in serum samples by screen-printed carbon electrodes modified with gold nanoparticles. *Talanta*, 174(May), 733-737. <http://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.07.015>
- Alves, C., David, J., Juceni, D., Bahia, M., & Aguiar, R. (2010). Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. *Química Nova*, 33(10), 2202-2210. <http://doi.org/10.1590/S0100-40422010001000033>
- Ayala Armijos, H., García González, C., Sánchez Prado, R., Jirón Vélez, E. R. (2016). Efecto de la adición de ácido ascórbico en la degradación de nitratos y nitritos en mortadela. *CIENCIA UNEMI, Universidad Estatal de Milagro, Vol. 9(20)*, 9, 85-92. Retrieved from <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/238>
- Bartolome, J. P., & Fragoso, A. (2017). Electrochemical detection of nitrite and ascorbic acid at glassy carbon electrodes modified with carbon na-

- no-onions bearing electroactive moieties. *Inorganica Chimica Acta*. <http://doi.org/10.1016/j.ica.2017.06.024>
- Choukairi, M., Bouchta, D., Bounab, L., Ben Atyah, M., Elkhamlichi, R., Chaouket, F., Rodriguez, I. N. (2015). Electrochemical detection of uric acid and ascorbic acid: Application in serum. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 758, 117-124. <http://doi.org/10.1016/j.jelechem.2015.10.012>
- 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(Supl. 1), 15-19. <http://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500003>
- Da Silveira Agostini-Costa, T., da Silva Gomes, I., de Melo, L. A. M. P., Reifschneider, F. J. B., & da Costa Ribeiro, C. S. (2017). Carotenoid and total vitamin C content of peppers from selected Brazilian cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 57, 73-79. <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.020>
- Estrella, V., Nipotti, J., Orive, M., & Fernández Bussy, R. (2015). La piel y sus nutrientes. *Revista Argentina de Dermatología*, 96(2), 117-133. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2015000200010
- Fang, T., Zhen, Q., Liao, L., Owiti, A., Zhao, L., Korban, S. S., & Han, Y. (2017). Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples. *Food Chemistry*, 225, 132-137. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.014>
- Flores, P., Gomariz, J., Navarro, F., Costa, J., & Catala, M. S. (2010). Contenido en vitamina C de siete variedades tradicionales de pimiento de la Región de Murcia ., 1.
- Flores M., D., Sandoval C., J., Valdivia U., B., & Aguilar G., C. (2010). Uso de técnicas electroquímicas para evaluar el poder antioxidante en alimentos. *Investigación Y Ciencia*, 18(49), 20-25. Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/49616161_Uso_de_tcnicas_electroquimicas_para_evaluar_el_poder_antioxidante_en_alimentos
- Gago Mesejo, D. (2015). *Efecto de las heridas sobre la resistencia de frutos de pimiento a Botrytis cinerea*. Universidade da Coruña. Retrieved from http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/15276/2/GagoMesejo_Diego_TFG_2015.pdf
- García, Llanos, Mazón, Dávila, C. J. (2016). Determinación de Vitamina C en pimiento *Capsicum annuum* por voltimetría de barrido lineal *Revista TALENTOS, Universidad Estatal de Bolívar, Vol.III No(2)*, 1-9. Retrieved from <http://www.ueb.edu.ec/app/talentos/images/PDF/REVISTA-TALENTOS/VOLUMEN-III-2/DETERMINACION-DE-VITAMINA-C-EN-PIMIENTO.pdf>
- Gavilanes-Terán, I., Jara-Samaniego, J., Idrovo-Novillo, J., Bustamante, M., Pérez-Murcia, M. D., Pérez-Espinosa, A., Paredes, C. (2017). Agroindustrial compost as a peat alternative in the horticultural industry of Ecuador. *Journal of Environmental Management*, 186, 79-87. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.045>
- Ghanbari, K., & Hajian, A. (2017). Electrochemical characterization of Au/ZnO/PPy/RGO nanocomposite and its application for simultaneous determination of ascorbic acid (AA), epinephrine (EP) and uric acid (UA). *Journal of Electroanalytical Chemistry*. <http://doi.org/10.1016/j.jelechem.2017.07.024>

- Gómez Ruiz, B., Roux, S., Courtois, F., & Bonazzi, C. (2016). Spectrophotometric method for fast quantification of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in simple matrix for kinetics measurements. *Food Chemistry*, 211, 583–589. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.107>
- Hidalgo, J. R. (2011). "Determinación experimental del contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en un zumo de naranja," (Vitamina C). Retrieved from http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_43/JAVIER_RUIZ_1.pdf
- Hsu, S.-C., Cheng, H.-T., Wu, P.-X., Weng, C.-J., Santiago, K. S., & Yeh, J.-M. (2017). Electrochemical Sensor Constructed Using a Carbon Paste Electrode Modified with Mesoporous Silica Encapsulating PANI Chains Decorated with GNPs for Detection of Ascorbic Acid. *Electrochimica Acta*, 238, 246–256. <http://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.04.021>
- Ibáñez Abad, J. (2010). *Desarrollo de Microsensores de oxígeno disuelto para la caracterización de biopelículas*. Universidad Autónoma de Valencia. Retrieved from http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2010/hdl_2072_151818/PFC_JavierIbanezAbad.pdf
- Jayaprakash, G. K., Swamy, B. E. K., Chandrashekar, B. N., & Flores-Moreno, R. (2017). Theoretical and cyclic voltammetric studies on electrocatalysis of benzethonium chloride at carbon paste electrode for detection of dopamine in presence of ascorbic acid. *Journal of Molecular Liquids*, 240, 395–401. <http://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.05.093>
- Lara Sandoval, A. E., García Colmenares, J. M., & Chaparro Acuña, S. P. (2015). Validación del método voltamétrico para la determinación de residuos de paraquat aplicado en cultivos de papa. *Acta Agronómica*, 64(4), 336–341. <http://doi.org/10.15446/acag.v64n4.44521>
- 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. Retrieved from <http://investigacion.upeu.edu.pe/images/Journal/RVCITAL01/Chuquilin-Eddy.pdf>
- 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. Retrieved from <http://www.electrochemsci.org/papers/vol5/5010105.pdf>
- 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. Retrieved from <http://www.electrochemsci.org/papers/vol4/4020276.pdf>
- Oxilia, R. M. (2014). Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. *Revista Del Instituto de Medicina Tropical*, 5(2), 23–27. Retrieved from <http://www.ins.gov.py/revistas/index.php/revistaimt/article/view/181>
- Parceró, R. (2014). Calidad Y Potencial Antioxidante Del Pimiento Morrón Desarrollado Con Abonos Orgánicos Y Arena En Invernadero, 25(9),

62. Retrieved from <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6745/CALIDADYPOTENCIALANTIOXIDANTEDELPI-MIENTOMORRON.PDF>
- Peng, J., Ling, J., Zhang, X.-Q., Zhang, L.-Y., Cao, Q.-E., & Ding, Z.-T. (2015). A rapid, sensitive and selective colorimetric method for detection of ascorbic acid. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 221, 708-716. <http://doi.org/10.1016/j.snb.2015.07.002>
- 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. Retrieved from <http://itmojs.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/518/531>
- Ramirez, A., & Pacheco, E. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 36(1), 71-75. Retrieved from http://www.interciencia.org/v36_01/071.pdf
- Rodríguez Llanes, Y., Depestre, T. L., & Palloix, A. (2014). Comportamiento en campo abierto de nuevos híbridos F1 y variedades de pimiento (*Capsicum Annuum* L.) Multirresistentes a virus. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 51-59. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n2/ctr07214.pdf>
- Rostami, S., Mehdinia, A., & Jabbari, A. (2017). Seed-mediated grown silver nanoparticles as a colorimetric sensor for detection of ascorbic acid. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 180, 204-210. <http://doi.org/10.1016/j.saa.2017.03.020>
- Serra, H. M., & Cafaro, T. A. (2007). 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. Retrieved from <http://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v41n4/v41n4a10.pdf>
- Sikora, M., & Świeca, M. (2017). Effect of ascorbic acid postharvest treatment on enzymatic browning, phenolics and antioxidant capacity of stored mung bean sprouts. *Food Chemistry*, 239, 1160-1166. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.067>
- Silvar, C., & García-gonzález, C. A. (2017). Scientia Horticulturae Screening old peppers (*Capsicum* spp .) for disease resistance and pungency-related traits. *Scientia Horticulturae*, 218, 249-257. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.037>
- Taei, M., & Jamshidi, M. S. (2017). A voltammetric sensor for simultaneous determination of ascorbic acid, noradrenaline, acetaminophen and tryptophan. *Microchemical Journal*, 130, 108-115. <http://doi.org/10.1016/j.microc.2016.08.011>
- Vald, F. (2006). Vitamina C. *Actas Dermo-Sifiliogr*, 30(Suppl 3), 353-568. [http://doi.org/10.1016/S0001-7310\(06\)73466-4](http://doi.org/10.1016/S0001-7310(06)73466-4)
- 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. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wang, C., Du, J., Wang, H., Zou, C., Jiang, F., Yang, P., & Du, Y. (2014). A facile electrochemical sensor based on reduced graphene oxide and Au nano-

- plates modified glassy carbon electrode for simultaneous detection of ascorbic acid, dopamine and uric acid. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 204, 302–309. <http://doi.org/10.1016/j.snb.2014.07.077>
- Xu, T.-Q., Zhang, Q.-L., Zheng, J.-N., Lv, Z.-Y., Wei, J., Wang, A.-J., & Feng, J.-J. (2014). Simultaneous determination of dopamine and uric acid in the presence of ascorbic acid using Pt nanoparticles supported on reduced graphene oxide. *Electrochimica Acta*, 115, 109–115. <http://doi.org/10.1016/j.electacta.2013.10.147>
- Zohreh, M., Ghoreishi, S. M., Behpour, M., & Mohammadhassan, M. (2017). Applied electrochemical biosensor based on covalently self assembled monolayer at gold surface for determination of epinephrine in the presence of Ascorbic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S657–S664. <http://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.11.004>

