

ANTIOXIDANTES EN UNA

# Gota de Juugo



**El desarrollo de sensores electroquímicos permite conocer al instante ciertas sustancias químicas presentes en un producto, como, en este caso, moléculas antioxidantes en el mango.**

**Jorge Andrés Hoyos Arbeláez**

Químico, candidato a doctor en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias - Alimentos, Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares (GIEM), línea de Electroquímica, Universidad de Antioquia.



Una gota de sangre o de orina es suficiente para conocer al instante el nivel de glucosa, o si una mujer está en embarazo. Saber qué contiene una muestra de cualquier material es uno de los propósitos de la química, y es posible gracias al desarrollo de instrumentos que permiten optimizar los tiempos de análisis y minimizar las cantidades de muestra necesarias para producir resultados confiables.

Los *sensores electroquímicos* son dispositivos cuya función es identificar y cuantificar especies químicas de interés industrial, médico, ambiental, etc. En la línea Electroquímica del Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares –GIEM– se ha venido trabajando en el análisis de alimentos, en particular el de la capacidad antioxidante del mango.

#### ¿Qué son los antioxidantes?

Las propiedades antioxidantes se volvieron interesantes para la sociedad cuando se conoció la oxidación celular, un proceso natural y progresivo de los organismos vivos, ocasionado por la introducción en las células de radicales libres, que son especies químicas muy reactivas. Como sabemos, el oxígeno es necesario para la vida, pero cuando capta un electrón se generan especies reactivas derivadas, denominadas radicales libres. Estas tienen funciones específicas en el cuerpo, pero su presencia excesiva ocasiona el fenómeno llamado estrés oxidativo, que puede deteriorar moléculas del cuerpo y está relacionado con el envejecimiento prematuro. Ahí entran otras sustancias, los antioxidantes, cuyo papel es eliminar los radicales libres sobrantes.

Factores ambientales como la radiación UV solar, la contaminación, el tabaquismo y el alcoholismo aceleran la producción excesiva de radicales libres; de ahí el interés por el consumo de antioxidantes en la dieta. La principal función de los antioxidantes es proteger los objetivos biológicos (órganos y tejidos) antes de que sean atacados por especies dañinas.

#### ¿Dónde se encuentran?

Entre las sustancias antioxidantes están las vitaminas A, C, E y K, presentes en gran variedad de alimentos; los carotenoides –caroteno en zanahoria, licopeno en tomate, luteína en la yema de huevo y hojas verdes–; polifenoles, como la quercetina de la cebolla; minerales, como el zinc y el selenio; entre otros. Todas las frutas y verduras contienen antioxidantes, aunque en cantidades diferentes.

La naturaleza del antioxidante, la ubicación en el árbol o fruto (sea en la corteza, hojas, pulpa del fruto, cáscara o semilla) y la familia, influyen en las propiedades antioxidantes. Estas también se modifican si la fruta o verdura se somete a procesos de cocción largos o a temperaturas altas, ya que el alimento pierde los antioxidantes, o estos se pueden descomponer. Por esto se recomienda que el consumo de frutas o verduras implique un procesamiento o cocción mínimos.

---

**El oxígeno es necesario para la vida, pero cuando capta un electrón se generan especies reactivas derivadas –los radicales libres– que si están en exceso ocasionan el estrés oxidativo, que puede contrarrestarse con antioxidantes, cuyo papel es eliminar los radicales libres sobrantes.**

---

#### ¿Cómo se analizan en el laboratorio?

Los análisis de laboratorio permiten comparar la capacidad antioxidante de una muestra con la de un patrón (nombre comercial Trolox), cuya capacidad antioxidante es conocida. Estos estudios implican la formación o desaparición de especies químicas que se monitorean por técnicas espectrofotométricas

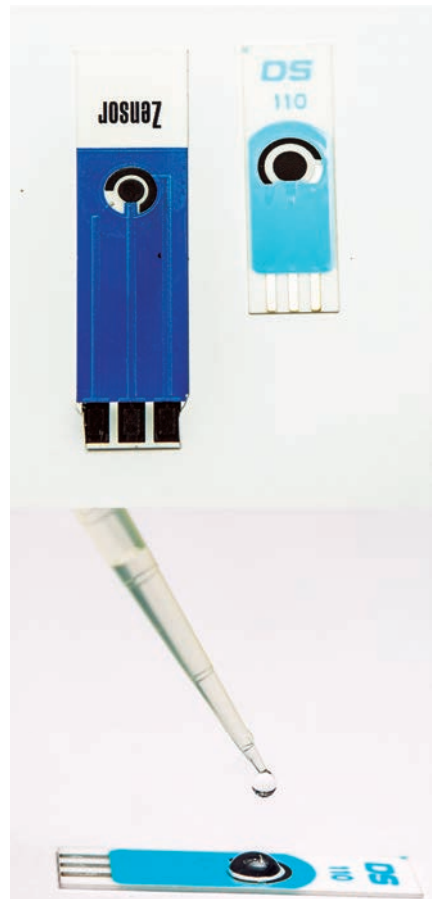
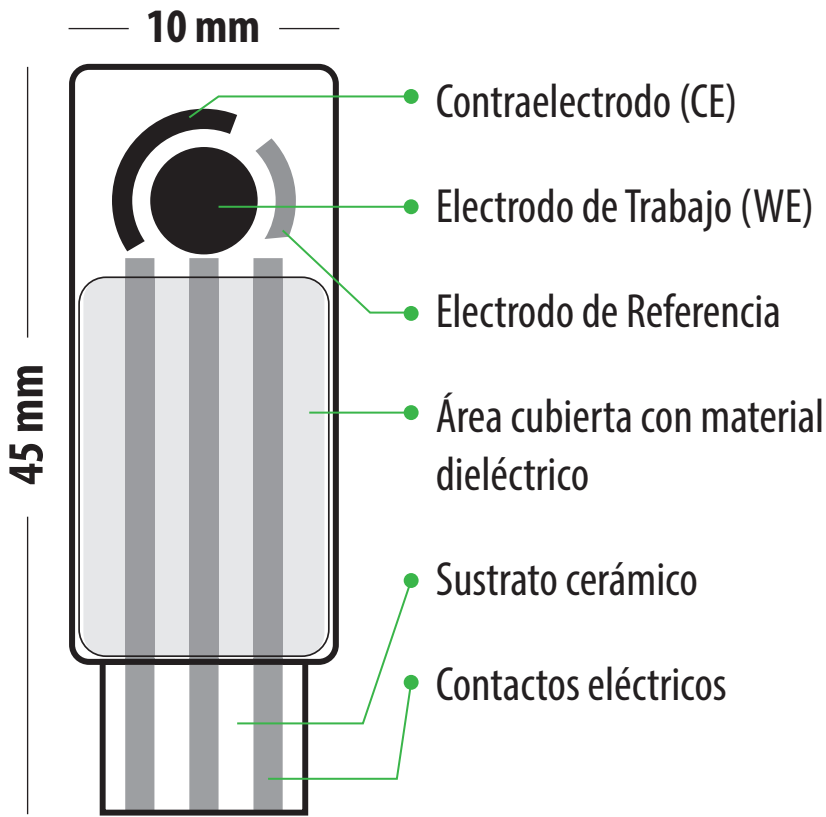
basadas en la interacción de las sustancias con radiación electromagnética, por ejemplo, con luz visible. Estos métodos suelen implicar tiempos de análisis considerables, así como reactivos químicos costosos.

#### ¿Existe alguna alternativa de análisis?

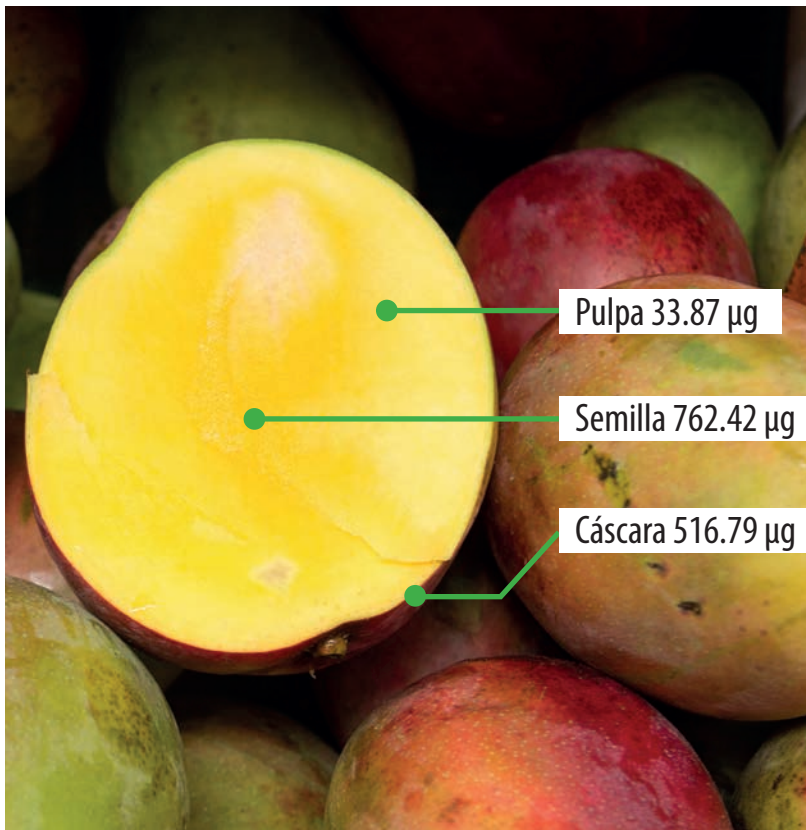
Oxidantes y reductores son especies químicas que favorecen, respectivamente, la pérdida o ganancia de electrones; este movimiento de electrones es precisamente la esencia de las técnicas electroquímicas, herramientas que relacionan reacciones químicas y corriente eléctrica. Por lo tanto, es posible considerar la *alternativa experimental electroquímica* para cuantificar la actividad antioxidante en alimentos.

Desde la aparición de la pila de Volta, en 1800, hasta nuestros días, el desarrollo instrumental en el campo de la electroquímica ha sido asombroso.

# Dispositivo electroquímico hecho en UdeA



# Contenido de antioxidantes del mango en microgramos ( $\mu\text{g}$ ) por cada 100 gramos



---

## **Sustancias antioxidantes son, por ejemplo, las vitaminas A, C, E y K, el caroteno, licopeno, luteína, polifenoles, minerales como el zinc y el selenio, entre otros. Todas las frutas y verduras contienen antioxidantes.**

---

Para el caso específico del análisis electroquímico, o electroanálisis, se destacan actualmente los *sensores electroquímicos*. Estos dispositivos permiten medir de manera rápida, sencilla y a bajo costo, alguna propiedad de una muestra de interés, y convertirla en una señal eléctrica; algo similar a lo que ocurre cuando se desea conocer la concentración de glucosa en la sangre, mencionada al principio.

Lo interesante del electroanálisis es que hay opciones de modificación en los sensores electroquímicos, tales como distintos tipos de material utilizado, empleo de nanopartículas, nanotubos, enzimas, etc., que los hacen sensibles y específicos a un compuesto o especie química en particular. Otro aspecto que hace útil la técnica electroquímica es el tamaño de la muestra: solo se requiere un pequeño volumen, del orden de 100 microlitros ( $\mu\text{L}$ ), equivalentes al tamaño de una gota.

### **¿Sobre qué se ha ensayado esta técnica electroquímica?**

En el caso de los alimentos, se destacan varios frutos sobre los cuales se ha reportado una importante actividad antioxidante. Es interesante el caso del mango criollo, que es una fruta de alto consumo en Colombia (en el año 2014 se produjeron 270.432 toneladas de mango); si bien del mango solo se aprovecha la pulpa, se ha reportado la presencia de compuestos con actividad antioxidante también en la cáscara y la semilla, así como en las hojas y la corteza del árbol. Teniendo en cuenta lo anterior y la posibilidad de realizar un aprovechamiento racional de los residuos generados del consumo, la línea de Electroquímica del GIEM viene trabajando en el estudio de la capacidad antioxidante de extractos obtenidos de la pulpa, la cáscara y la semilla de mango.

La herramienta electroquímica utilizada implica el uso de un electrodo desechable de grafito, con el cual se determina el *índice electroquímico*, un parámetro que hace posible cuantificar la actividad antioxidante. De este modo, se pudo verificar que

la mayor actividad antioxidante está en la semilla de la fruta, seguida de la cáscara y de la pulpa respectivamente.

Con esta herramienta electroquímica también se estudió la capacidad antioxidante del jugo de mango fresco, obtenido exprimiendo la pulpa, y se evaluó si dicha capacidad se modifica comparada con jugo obtenido a partir de una pulpa de mango que había sido sometida a un proceso de secado con fines de conservación. El resultado obtenido indica que la actividad antioxidante no se modifica, sino que en la pulpa seca está más concentrada.

### **Relevancia del estudio**

Los sensores electroquímicos descritos en este artículo permiten obtener resultados similares a los obtenidos con técnicas de análisis más costosas y que demandan más tiempo. Esto no solo los hace importantes como herramienta de análisis de materia prima a nivel industrial, sino que se pueden utilizar para estudiar muestras coloreadas, ya que la reacción electroquímica no se afecta por la presencia de color.


Este proyecto es importante porque revela un gran potencial de aprovechamiento de los residuos de la industria alimenticia, en particular la del mango. Lo anterior sugiere la necesidad de plantear estudios futuros con otras frutas o verduras de uso común. ✖

### **Glosario:**

**Especie química:** Conjunto de entidades químicas (átomos, moléculas, iones, radicales) en las que se enfoca un análisis, pues se comportan de igual manera desde un punto de vista energético y funcional.

**Estrés oxidativo:** Proceso de deterioro celular causado por radicales libres, que son átomos o moléculas pequeñas que reaccionan fuertemente con moléculas complejas (como las que conforman las células) y las pueden deteriorar hasta dañar sus funciones.

**Electrodo:** Elemento conductor que permite hacer contacto con la parte no metálica de un circuito, desde semiconductores hasta gases o líquidos, con lo que pueden hacerse mediciones eléctricas para caracterizar.



**Los sensores *electroquímicos* permiten medir de manera rápida, sencilla y a bajo costo, propiedades de una muestra de interés y convertirla en una señal eléctrica.**