

Biosensor de glucosa basado en papel

María Fernanda Morales García¹, PhD Vanessa Wilma Jungbluth¹

¹ Departamento de Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Biomédica

mor20259@uvg.edu.gt, vwjungbluth@uvg.edu.gt

RESUMEN

El costo, la falta de portabilidad y la necesidad de personal y entornos especializados limitan el uso de las pruebas diagnósticas convencionales. Este trabajo propone un prototipo de biosensor basado en papel para su implementación en pruebas de diagnóstico en el punto de atención, siendo una alternativa rápida, portátil y asequible para monitorear enfermedades. Se fabricaron prototipos utilizando técnicas de inmersión y permeación con cera, para comparar las áreas de detección formadas y elegir un prototipo final, que emplea la inmersión en cera de parafina a 120°C con papel de filtro grado 4. Este se evaluó mediante una prueba de concepto para detección colorimétrica de glucosa, midiendo concentraciones entre 0 y 10 mM, para obtener una curva de calibración que confirma su viabilidad como biosensor. Se reconoció que el desarrollo de estos dispositivos puede mejorar el diagnóstico, fortaleciendo los sistemas de salud en países en vías de desarrollo.

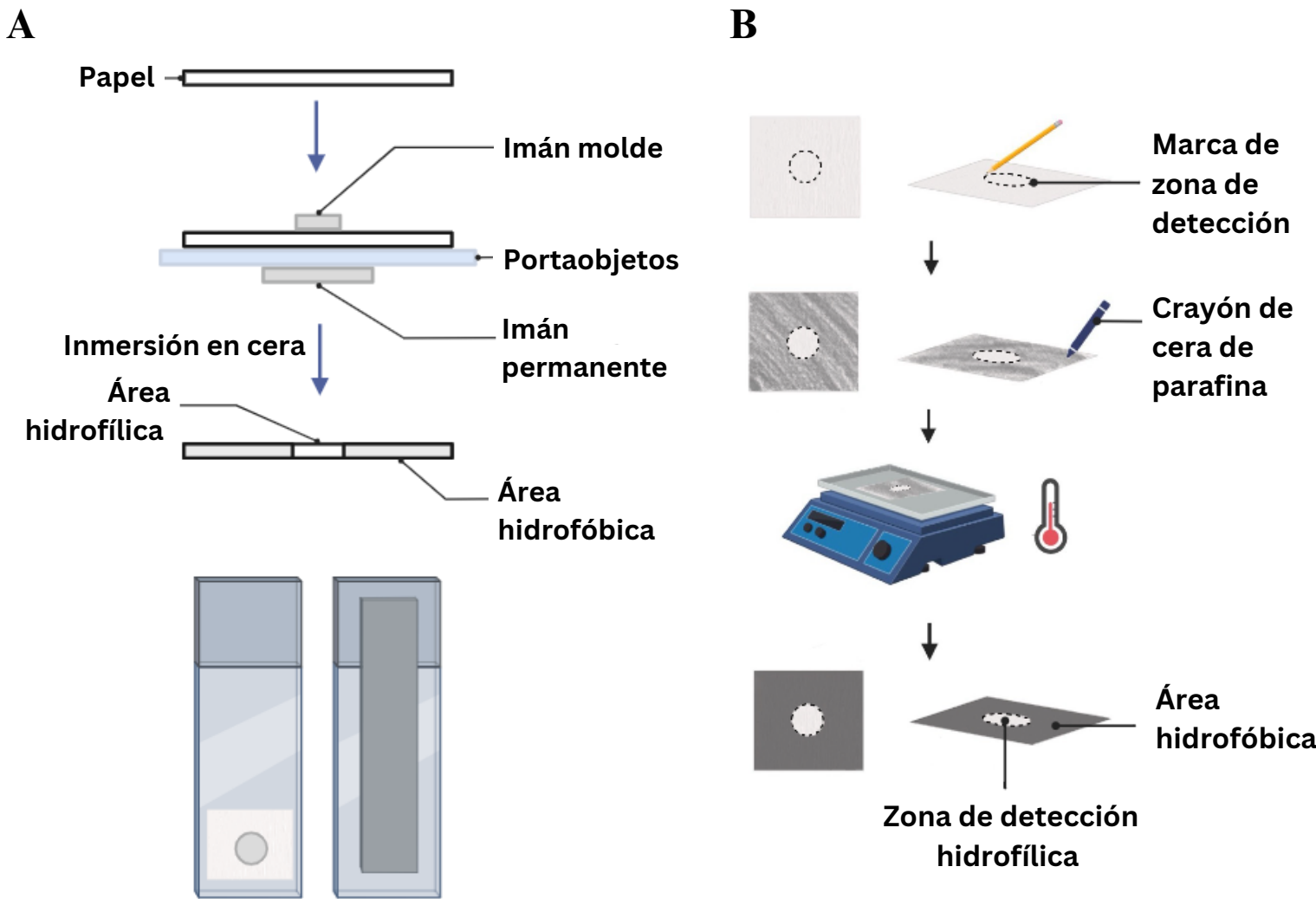
Objetivo general

Diseñar y desarrollar un prototipo de biosensor de bajo costo basado en papel para su implementación en pruebas de diagnóstico en el punto de atención.

Objetivos específicos

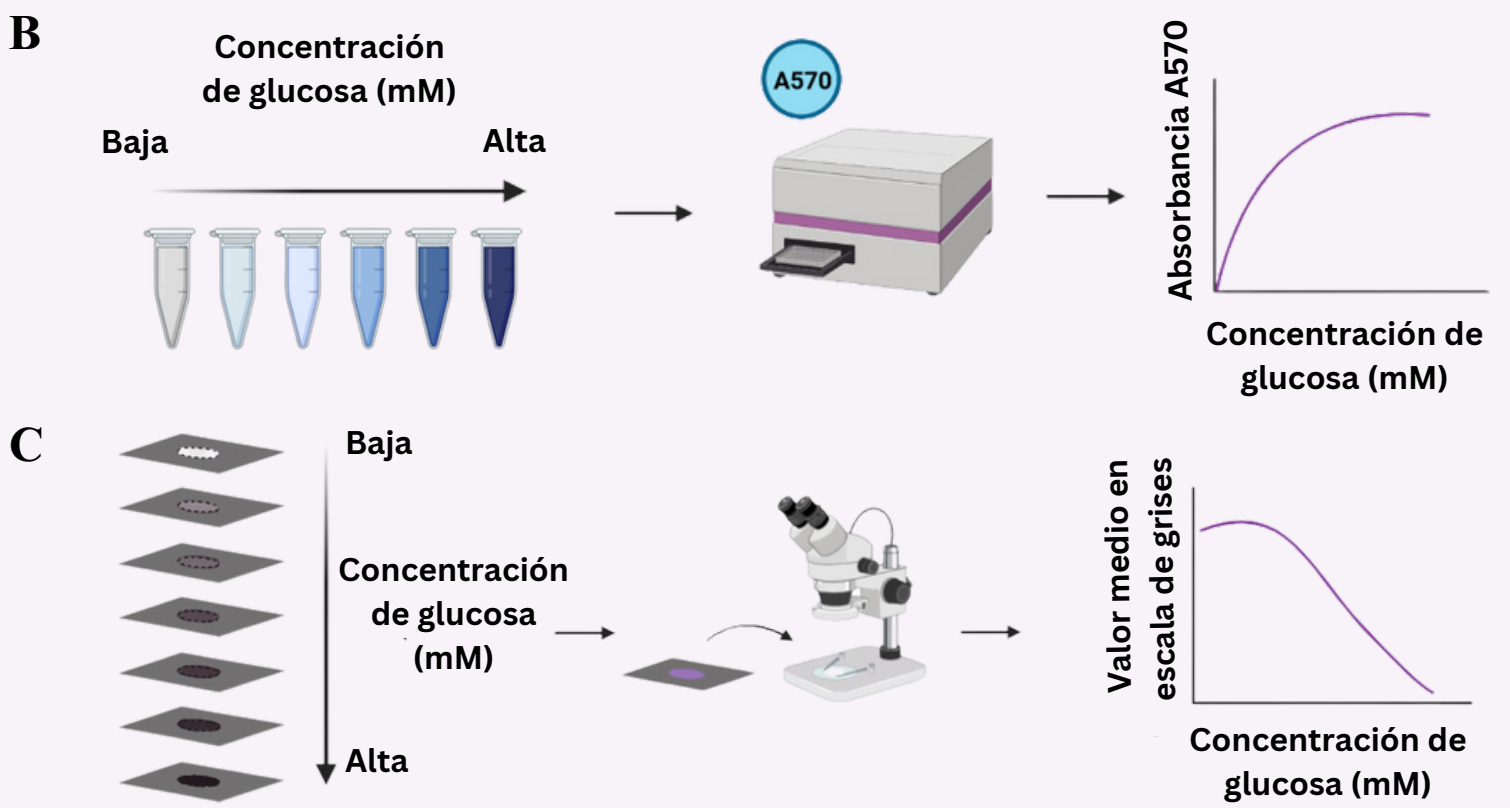
- Fabricar y optimizar prototipos por medio de inmersión en cera y permeación con cera utilizando papel de cromatografía y papel de filtro.
- Comparar la formación de áreas hidrofóbicas fuera del área de aplicación de la muestra en los prototipos fabricados.
- Evaluar el prototipo final para su posible implementación como biosensor.

Métodos

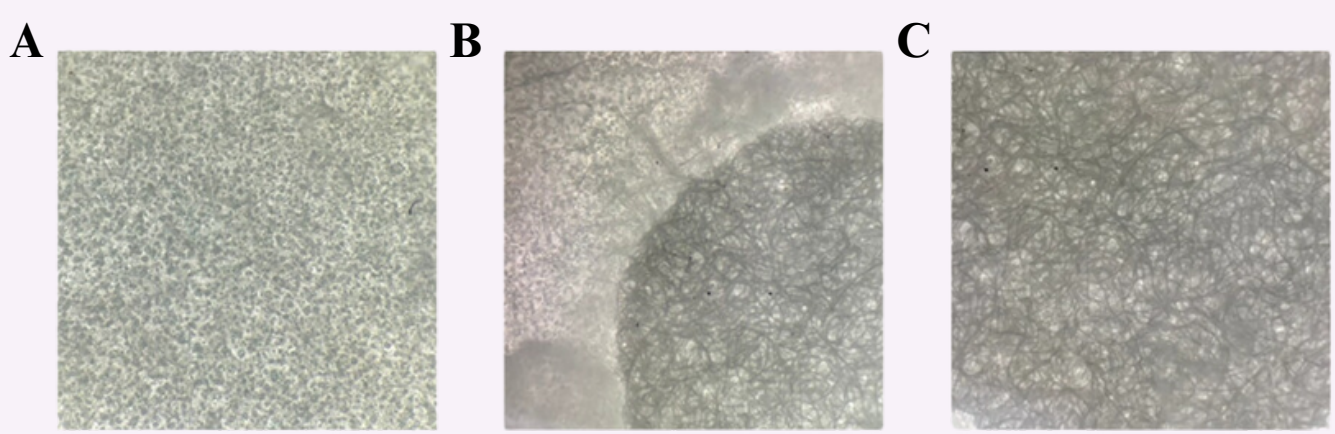


Métodos utilizados para la fabricación de los dispositivos analíticos basados en papel (A) inmersión en cera¹ y (B) permeación con cera². Figura creada con BioRender.com.

Prueba de concepto para detección colorimétrica de glucosa (A) Reacción para detección colorimétrica de glucosa y procedimiento para la generación de curva de calibración (B) en solución y (C) en papel. Figura creada con BioRender.com.



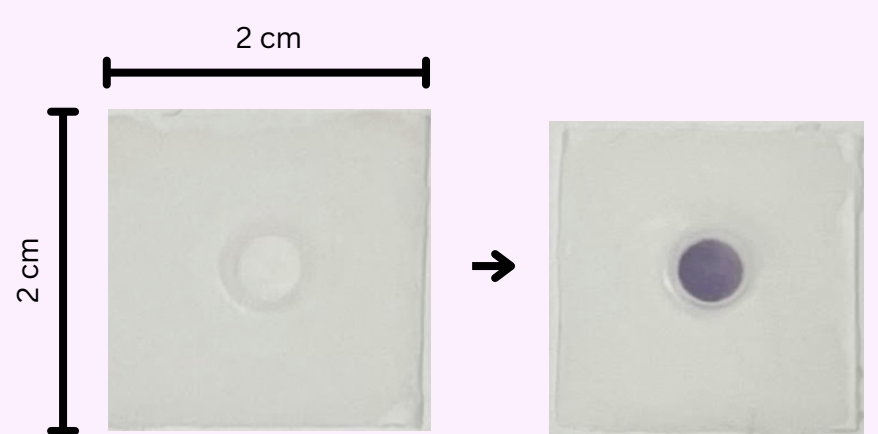
Resultados



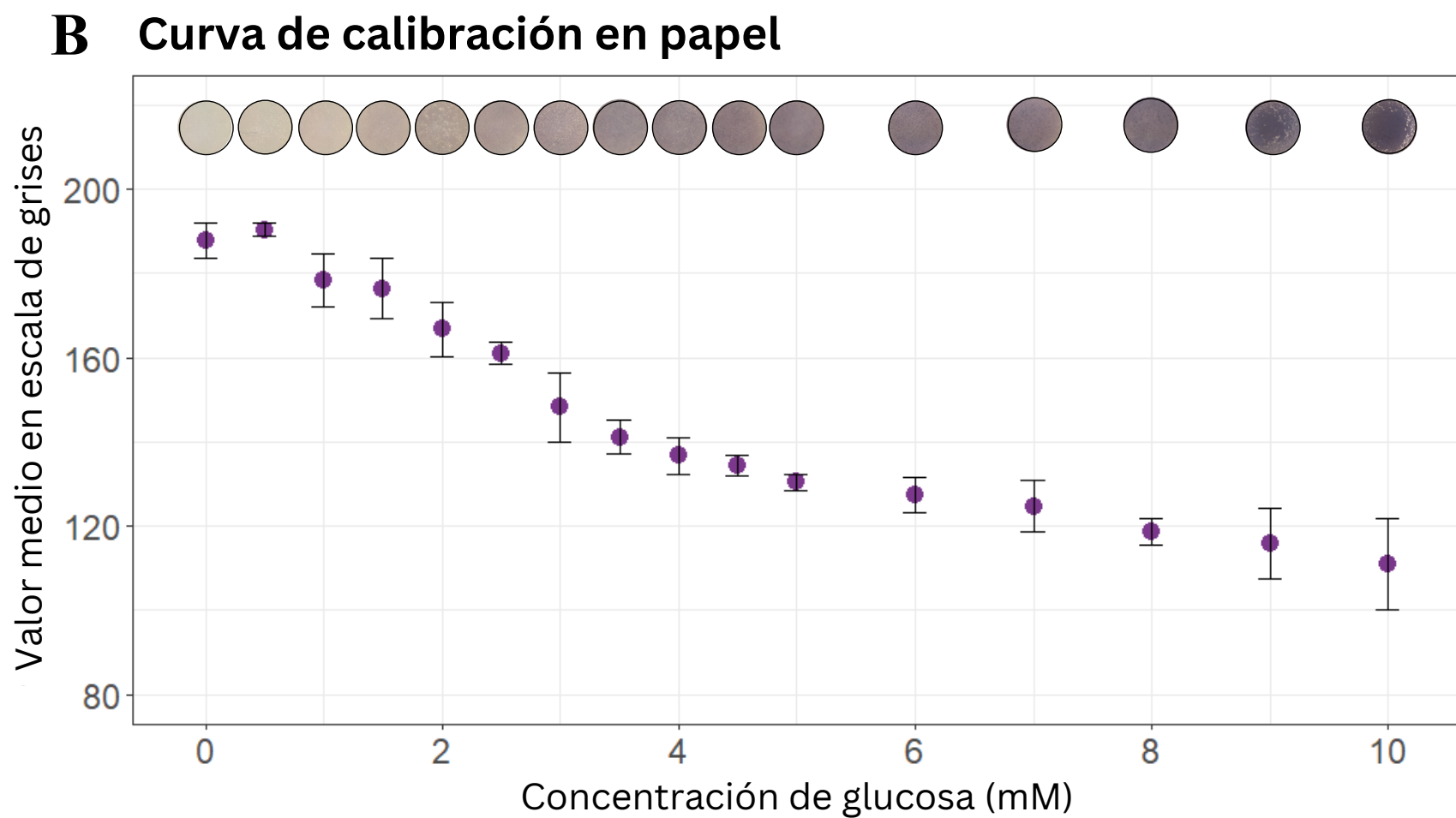
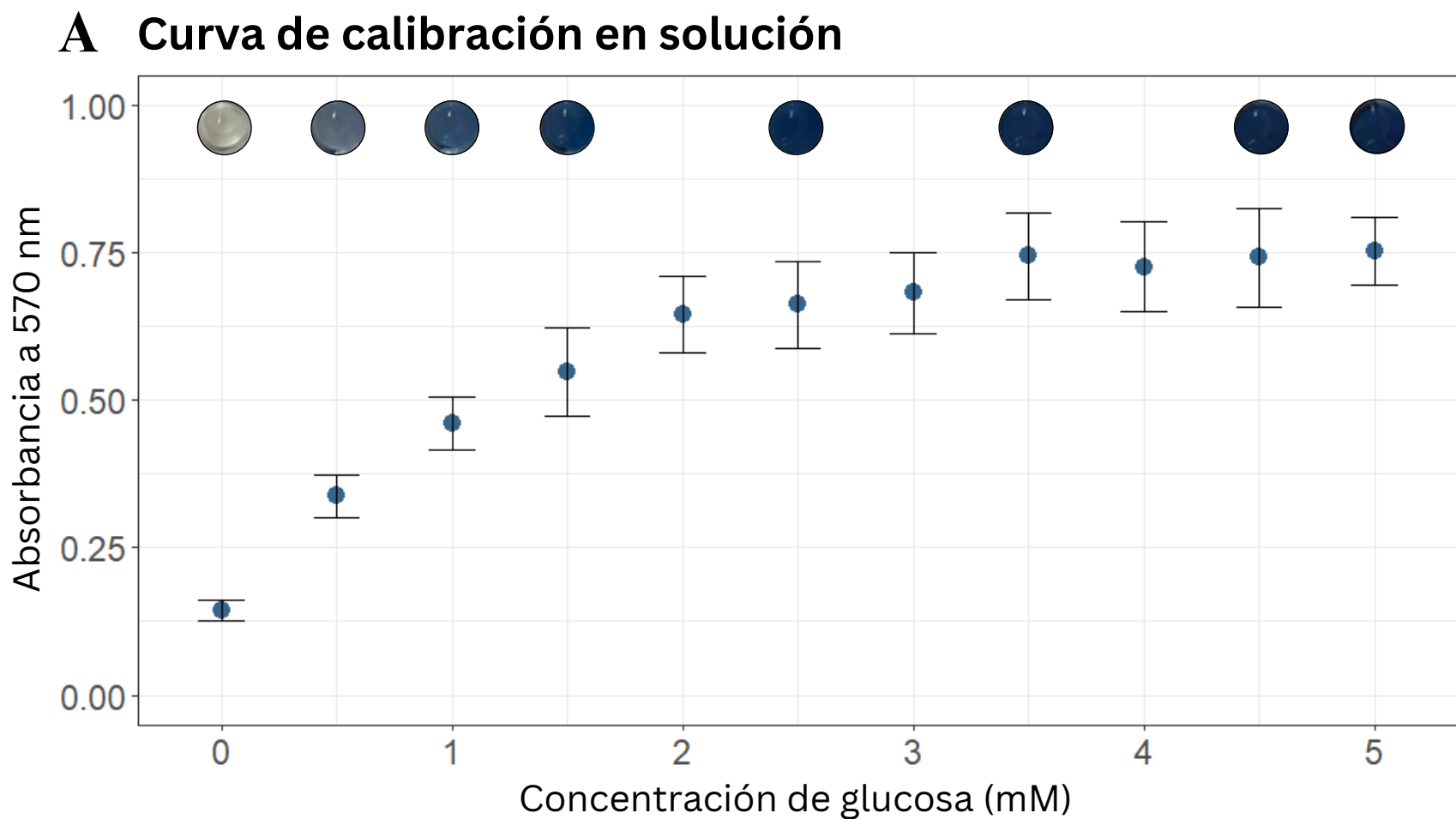
Prototipo de dispositivo analítico basado en papel (magnificación x4) (A) área hidrofóbica (B) frontera entre áreas (C) área hidrofílica.

Método / Tipo de papel / Temperatura	Imágenes	Área ± desviación estándar (mm²)	Diferencia con área objetivo (mm²)
1D/FP4/120		21.313 ± 0.399	1.688
PP/C/120		18.842 ± 0.843	-0.783

Promedio de área, desviación estándar e imágenes de los prototipos finales para las técnicas de inmersión en cera y permeación con cera.



Detección colorimétrica de glucosa en prototipo final del dispositivo analítico basado en papel



Curva de calibración para detección de glucosa (A) en solución y (B) en papel. Cada punto representa el promedio y las barras de error indican la desviación estándar (n>3).

Conclusiones

- Se fabricaron y optimizaron prototipos de dispositivos analíticos basados en papel utilizando técnicas de patronaje con cera.
- Luego de comparar las áreas de detección en los prototipos se seleccionó un prototipo final que consiste en el método de inmersión en cera utilizando papel de filtro Whatman® grado 4 con cera de parafina a 120°C.
- La implementación del prototipo final como una prueba de concepto confirmó la viabilidad de su utilización como biosensor.
- Se logró comprender el potencial de estos dispositivos para la adopción de una gran variedad de estrategias en la detección de una amplia gama de especies biomoleculares y el impacto que representan para aplicaciones en países en vías de desarrollo.

Trabajo futuro

- Se recomienda investigar alternativas para el papel de filtro Whatman®.
- Optimizar la variación del método de inmersión en cera propuesto.
- Optimización de la reacción colorimétrica (temperatura, pH, técnica de inmovilización, tiempo de incubación, concentración de enzima y volumen total utilizado).
- Estudiar la estabilidad, sensibilidad y selectividad del dispositivo propuesto.
- Desarrollar herramientas portátiles para el análisis de los resultados colorimétricos.
- Estudiar la adaptación de la reacción para la detección de diferentes analitos.

Referencias

- Songjaroen, T., Dungchai, W., Chailapakul, O., & Laiwattanapaisa, W. (2011). Novel, simple and low-cost alternative method for fabrication of paper-based microfluidics by wax dipping.
- Govindarajulu, A. K., Ponnuchamy, M., Sivasamy, B., Prabhu, M. V., & Kapoor, A. (2019). A cellulosic paper-based sensor for detection of starch contamination in milk.