

AVANCES EN EL DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GLUCÓMETRO BASADO EN BIOSENSORES Y UNA APLICACIÓN MÓVIL

Jorge Iván Martínez Badillo, Marco Antonio Ramírez Salinas, Víctor Hugo Ponce Ponce, Jacobo Esteban Munguía, Miguel A. Alemán, Salvador Mendoza Acevedo, Germán Quiroz, Héctor Baez, Luis A. Villa, Eduardo San Martín Jiménez, Juan Daniel Casañas Roque

Laboratorio de Microtecnología y Sistemas Embebidos
Centro de Investigación en Computación
Instituto Politécnico Nacional, México

Introducción

La medición de los niveles de glucosa se realiza comúnmente mediante el análisis de la sangre del paciente, extraída por medio de una punción. Posteriormente, ésta se coloca sobre una tira reactiva insertada en un dispositivo dedicado. Los costos anuales del monitoreo de la glucosa mediante este método son elevados e impactan negativamente la calidad de vida del paciente. Este proyecto presenta los avances en el desarrollo de métodos alternativo basados en avances recientes en nanomateriales, biosensores y dispositivos microelectrónicos, en el cual la saliva del paciente provoca una reacción química en el primer caso, y una señal eléctrica en el segundo. Las señales resultantes son analizadas mediante una aplicación para dispositivos móviles, para posteriormente dar una estimación del nivel de glucosa del paciente.

Prototipos basados en biosensores SAW y Medición Amperométrica (Actualmente en Desarrollo)

Actualmente se encuentran en desarrollo dos alternativas basadas en dispositivos microelectrónicos: La primera es capaz de captar los cambios en la fase de la señal de entrada producidos en un sensor de onda acústica de superficie (SAW, por sus siglas en inglés) dada la presencia de saliva, los cuales son interpretados y procesados por una placa de microcontrolador y enviados posteriormente a una aplicación móvil vía USB para su despliegue en pantalla.

La segunda alternativa se basa en la medición indirecta de la corriente eléctrica producida por la saliva cuando entra en contacto con nanofibras de PVA mediante un puente de Wheatstone. La resistencia resultante se utiliza para realizar una estimación de la glucosa mediante el uso de un procesador, cuyo resultado es enviado nuevamente hacia una aplicación móvil vía USB.

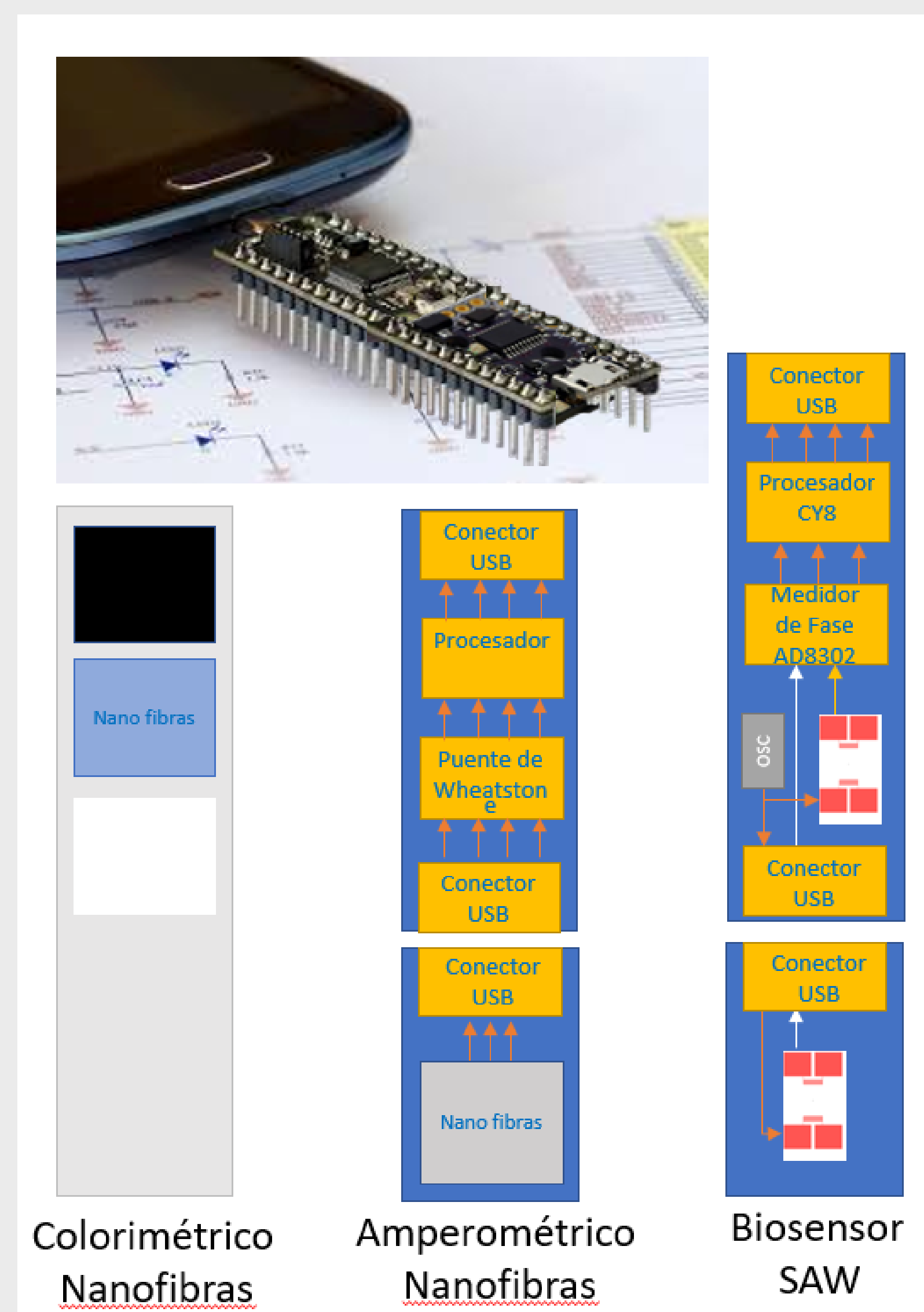


Fig. 1: Imágen ilustrativa de los prototipos en desarrollo.

Limitaciones y Trabajo Futuro

Puesto que se pretende que el método sea utilizado por la mayor cantidad de usuarios posibles, no se pueden hacer concesiones acerca de la potencia de la cámara, la calidad de la imagen o las capacidades del hardware del dispositivo móvil. Por otra parte, la variación de luz ambiental en el lugar donde se realiza la medición tiende a alterar de manera significativa la detección de colores. Por tanto, se requiere de herramientas de software para contrarrestar su incidencia en la medición.

Dado que el procesamiento se mejoró para realizar la calibración y la estimación de la glucosa en una sola fotografía, la carga de procesamiento (y en consecuencia el tiempo de la misma) se incrementa, por lo cual se requiere de una mayor optimización para ofrecer resultados con mayor rapidez.

Tiras Colorimétricas Basadas en Nanofibras de PVA y Nanopartículas de Plata y Detección del Color Mediante una Aplicación Móvil

Éstas tiras, al entrar en contacto con la saliva del paciente, y en particular con las moléculas de glucosa-oxidasa (mediante las cuales se estima la glucosa), se produce una reacción química que cambia el color del compuesto. A dichos materiales se le denominan **Cromóforos**.

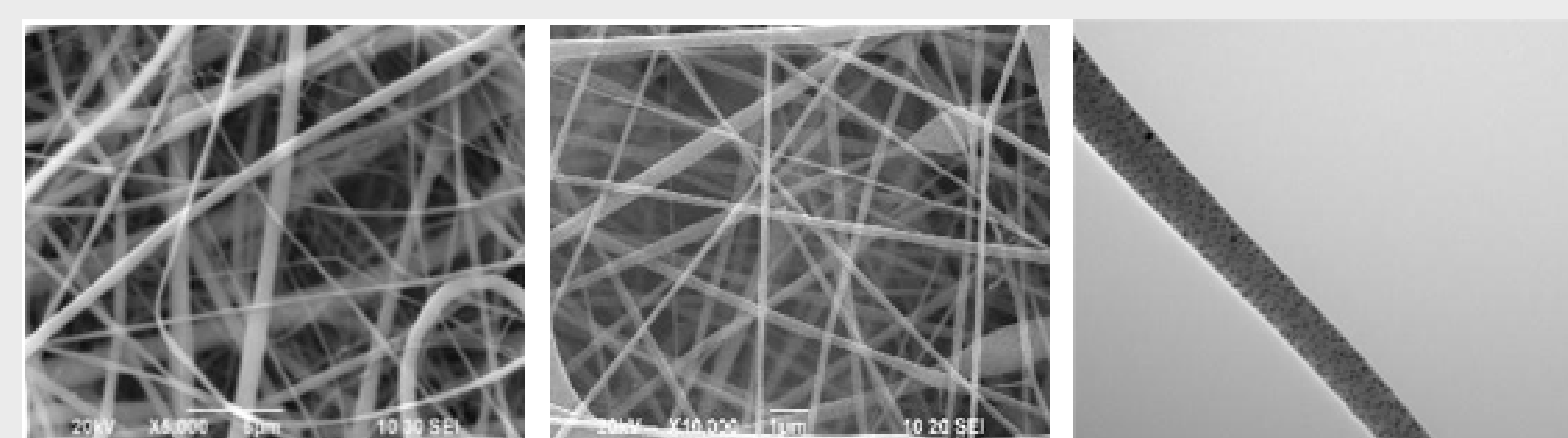


Fig. 2: Nanofibras de PVA y nanopartículas de plata vistas bajo el microscopio.

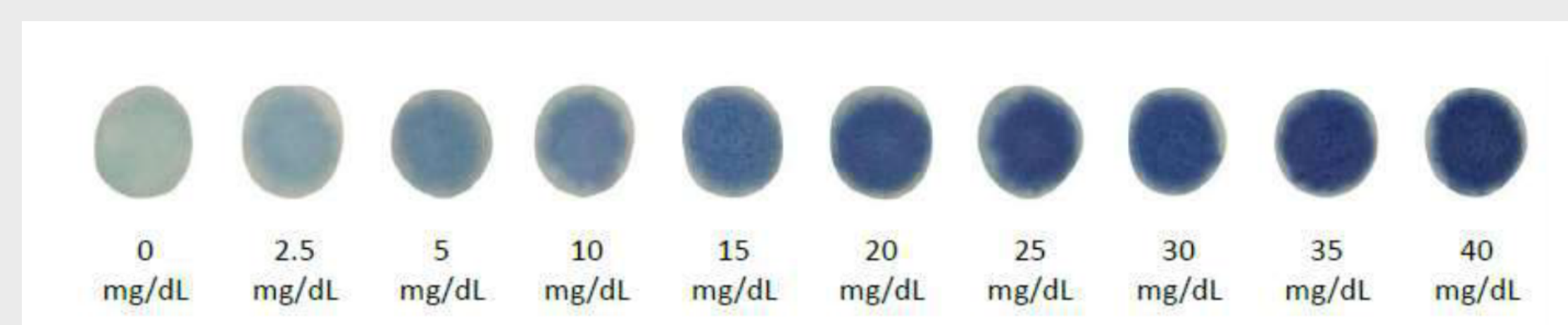


Fig. 3: Cambio de coloración en la tira colorimétrica y estimación del nivel de glucosa.

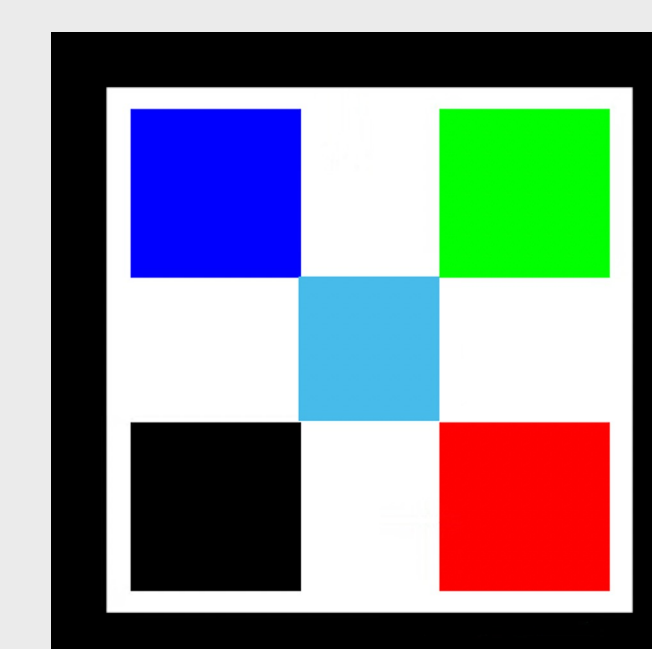


Fig. 4: Imágen ilustrativa de la tira reactiva. El cuadro central representa la región activa de la tira. Los cuadros alrededor ayudan a la calibración de la aplicación.

Como parte de las labores de servicio social, se ha desarrollado una versión preliminar de la aplicación móvil que detectará las tonalidades de la tira colorimétrica y realizará la estimación de la glucosa. La fase de calibración consiste en presentar a la aplicación con los tres colores primarios puros (en la codificación RGB, consistiría en un valor de 255 para cada color, teniendo el resto de los valores cero). La imagen se tomará mediante una fotografía, la cual deberá recortarse alrededor de un marco predeterminado, como lo muestran las ilustraciones. Posteriormente, se realiza una prueba de reconocimiento, que deberá coincidir con los valores de la calibración. Una vez realizado lo anterior, puede procederse a la medición mediante la tira colorimétrica.

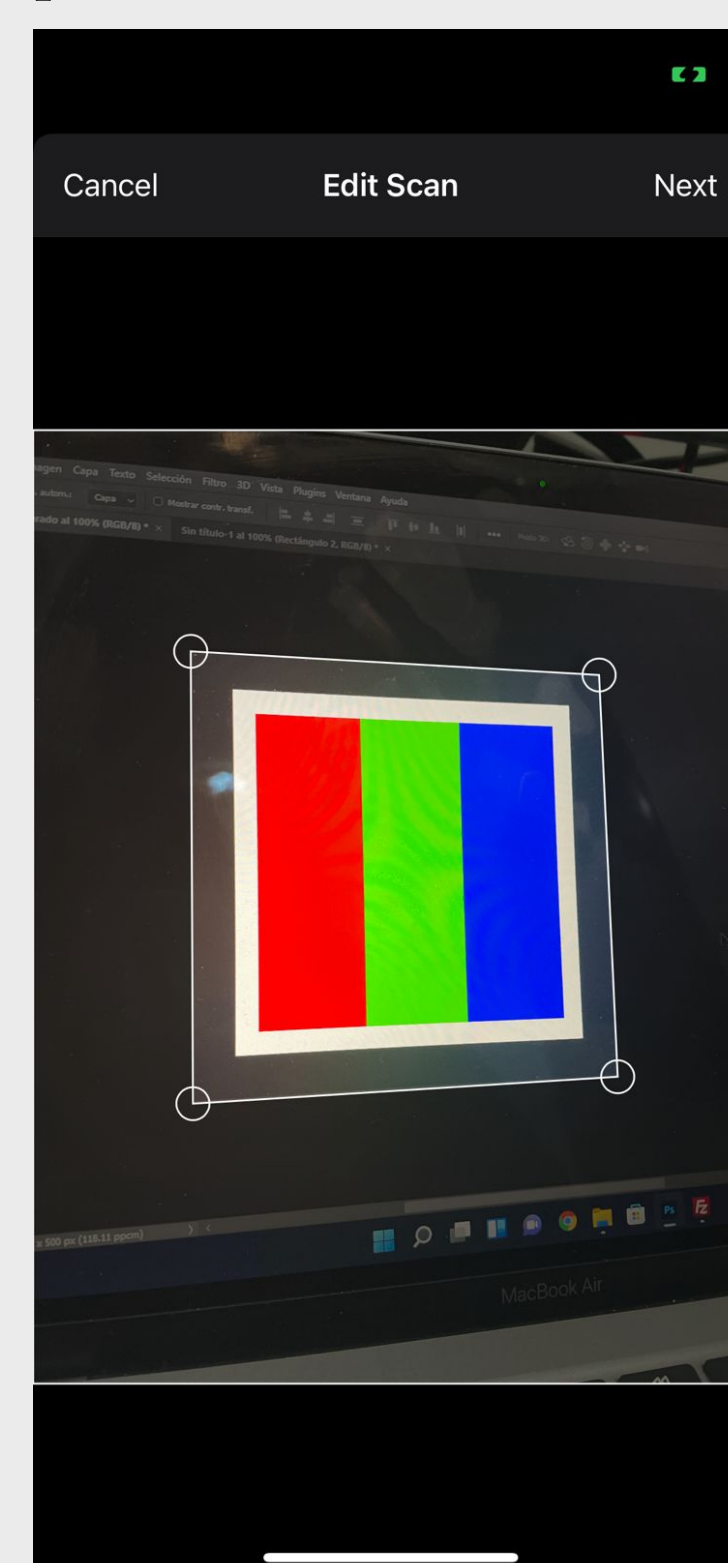


Fig. 5: Captura y edición de la imágen.

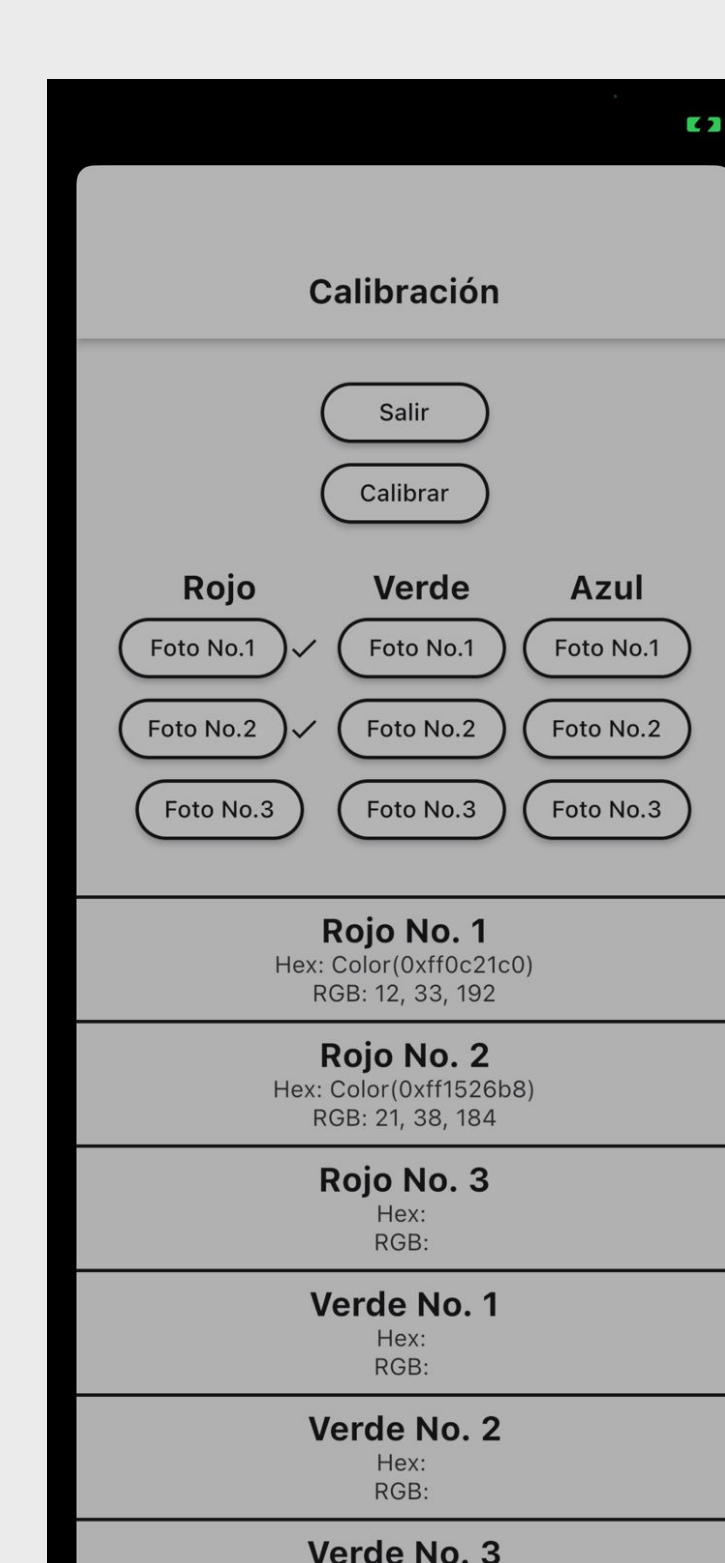


Fig. 6: Pantalla de calibración

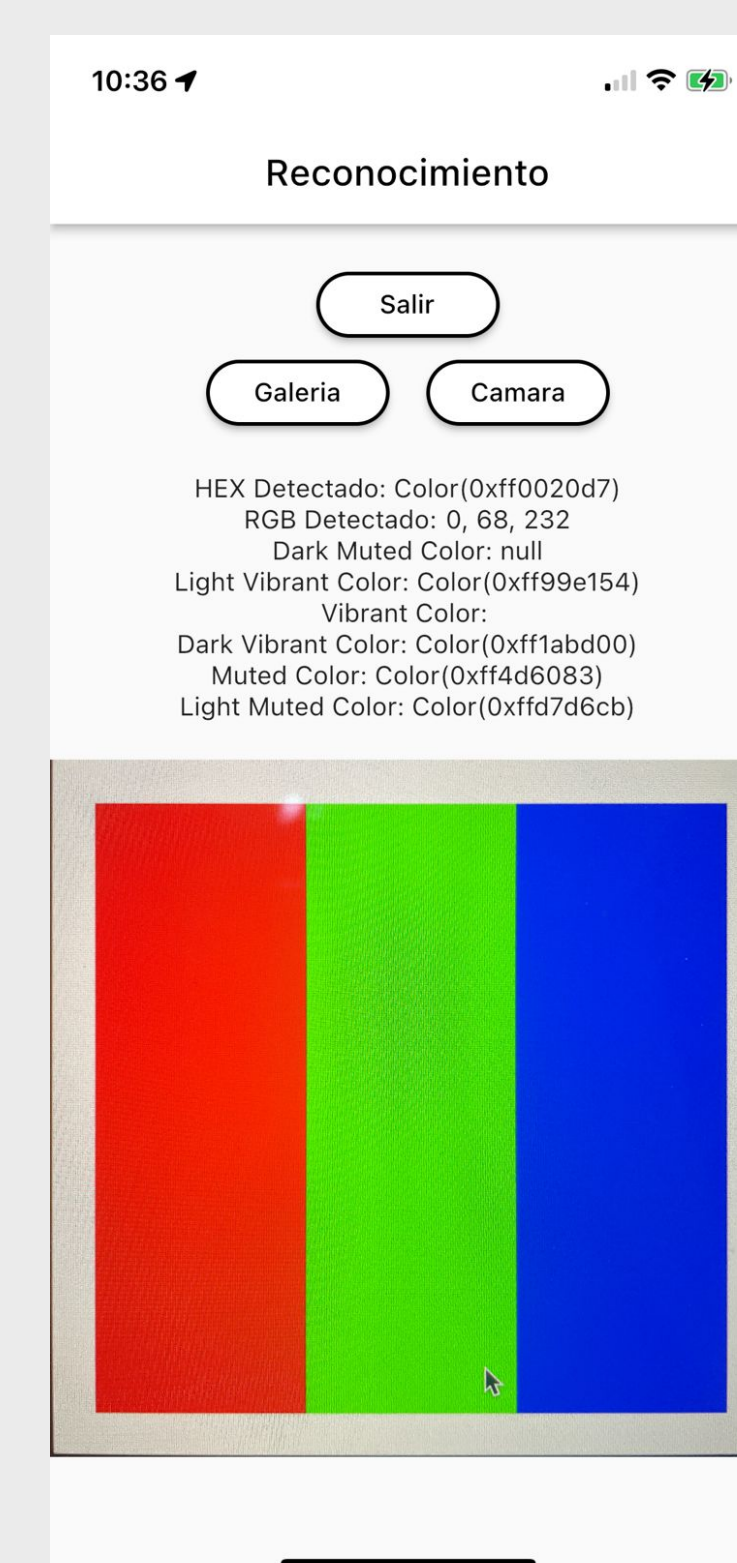


Fig. 7: Detección y reconocimiento de colores.