

## **Papatrónica – dispositivo de código abierto para la medición de golpes y prevención de daños mecánicos**

Luciano Velazquez<sup>1</sup>, Gustavo Pereyra Irujo<sup>2</sup>, José Marone<sup>3</sup>,  
Ignacio Lalloz<sup>4</sup>, Franco Perez<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, Balcarce, Argentina. lvelazquez@mdp.edu.ar

<sup>2</sup> INTA, CONICET, Balcarce, Argentina. pereyrairujo.gustavo@conicet.gov.ar

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Tandil, Argentina. marone@exa.unicen.edu.ar

<sup>4</sup> CIFICEN, CONICET, Tandil, Argentina. ignacio.lalloz@conicet.gov.ar

<sup>5</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Tandil, Argentina. perezfrancog@abc.gob.ar

**Palabras clave:** papa, sensor inalámbrico, hardware libre, impresión 3D

En Argentina, según datos de la Secretaría de Agroindustria, se pierden y desperdician anualmente 14,5 millones de toneladas de alimentos en las etapas de producción, almacenamiento, transporte y procesamiento, siendo la cadena frutihortícola la que presenta mayor proporción de pérdidas. Los daños mecánicos generados por golpes ocasionan una parte importante de estas pérdidas, directamente como consecuencia de la ruptura de células y tejidos, e indirectamente por generar lesiones que permiten el ingreso de patógenos que producen necrosis o pudriciones.

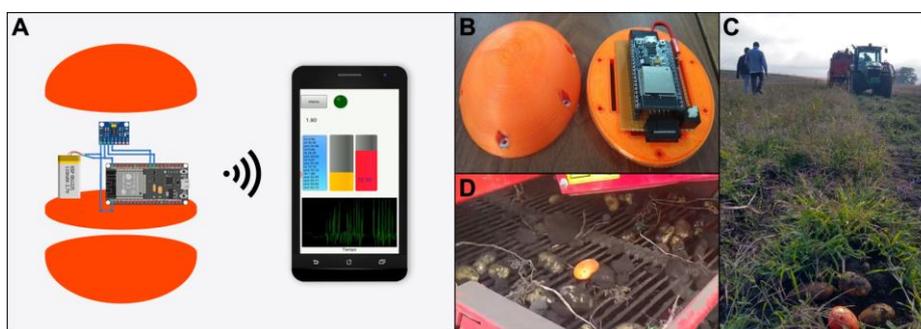
La determinación de los puntos críticos durante la cosecha, la logística y el transporte en los que se producen los golpes y la magnitud de los mismos permite realizar correcciones para disminuirlos (velocidad y profundidad de cosecha, velocidades y distancias de caídas entre distintas secciones, acolchar superficies duras de herramientas e implementos). Sólo existen unos pocos desarrollos orientados a la medición de golpes de tubérculos de papa [1]. El costo de dichos dispositivos es muy alto, y son tecnologías propietarias y cerradas, que no permiten adaptarlos a las particularidades de cada variedad, sistema productivo y condiciones de cosecha.

Los dispositivos de código abierto son aquellos cuyo diseño está disponible para estudiarlo, fabricarlo o modificarlo libremente. Sus ventajas son que: i) es posible adaptarlos a nuevos usos o contextos locales, ii) suelen ser de costo más accesible, y iii) permiten una mejor comprensión de su funcionamiento y de los algoritmos que implementan [2]. Existen muy pocos ejemplos de dispositivos de código abierto para el monitoreo de productos agrícolas [3], y ninguno aplicable al cultivo de papa y adaptado a las condiciones y necesidades de los sistemas productivos locales.

El objetivo de este trabajo fue prototipar una plataforma abierta y modular de código abierto y bajo costo que permita determinar los puntos donde se producen golpes que puedan afectar los tubérculos de papa, pero también fácilmente adaptable a otros cultivos o productos, o a la medición de otras variables.

Los componentes del dispositivo (denominado “Papatrónica”) se muestran en la Fig. 1A. El hardware está compuesto por: i) una placa controladora, encargada de registrar y transmitir las mediciones; ii) un sensor acelerómetro para determinar la magnitud de

los movimientos; iii) una batería recargable; iv) una estructura impresa en 3D que simula un tubérculo de papa (Fig. 1B); y v) un dispositivo móvil. El software está compuesto por: i) el firmware de la placa controladora, y ii) una aplicación móvil para visualizar y registrar las mediciones. El diseño y códigos fuente se encuentran publicados en el repositorio <https://github.com/ecoagrotec/papatronica>. El dispositivo funciona colocándolo entre los tubérculos de papa que serán cosechados/procesados/almacenados y registrando remotamente los datos del sensor desde el dispositivo móvil. En el caso del proceso de cosecha, la Papatrónica se coloca en el suelo junto a los tubérculos sin cosechar (Fig. 1C), y se registran los datos mientras el dispositivo atraviesa las distintas partes de la cosechadora (Fig. 1D).



**Fig. 1.** Componentes y ejemplos de uso de la Papatrónica.

Las pruebas preliminares realizadas en cosechadoras integrales y arrancadoras de papa [4] permitieron detectar los sitios en los que se producían los golpes y corregirlos realizando los ajustes necesarios sobre las máquinas. Estas pruebas también mostraron que el sensor acelerómetro utilizado en la versión actual (MPU-6500) alcanzaba el máximo valor de medición (16g) en los golpes más fuertes del dispositivo, produciendo una saturación de la señal. En las futuras versiones del dispositivo se ensayará el uso del acelerómetro ADXL377, que posee un valor máximo de aceleración de 200g. Las futuras acciones incluirán la validación del dispositivo mediante mediciones en laboratorio, campo y plantas de procesamiento.

## Referencias

1. Praeger, U., et al. 2013. Comparison of electronic fruits for impact detection on a laboratory scale. *Sensors* 13.6: 7140-7155.
2. Chagas, A.M., 2018. Haves and have nots must find a better way: The case for open scientific hardware. *PLOS Biol.* 16, e3000014
3. Broekman, A., et al. 2020. smAvo and smaTo: A fruity odyssey of smart sensor platforms in Southern Africa. *HardwareX*, vol. 8, p. e00156
4. Velázquez, L., et al. Pruebas preliminares del dispositivo Papatrónica. <https://youtu.be/fqE-LUDH10A>