

AgrIoT: IA verde e internet de las cosas para monitoreo árbol-árbol y gestión del agua en huertos

Joaquín I. Macías-Cáceres¹ and Pedro P. Concepción Rancel²

¹ Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile
joaquin.macias@usach.cl

² Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile
pedro.concepcion@usach.cl

Abstract

AgrIoT presenta una plataforma IoT+IA verde, solar y de bajo costo para monitoreo árbol-por-árbol en huertos latinoamericanos, orientada a democratizar la agricultura de precisión para pequeños y medianos productores. Integra (1) gateways autónomos con sensores (humedad de suelo, temperatura, luz y cámara) en malla (LoRa/Zigbee), (2) *edge computing* para filtrado y detección temprana, y (3) analítica en la nube para alertas y riego. Se esperan $\geq 95\%$ de entrega diaria de datos, 10-20 % menos uso de agua, correlación IA vs. conteo manual $\geq 0,85$ y $\geq 98\%$ de tiempo de actividad energética. En síntesis, un enfoque *Green-by/Green-in* que reduce la huella de datos/cómputo y eleva la resiliencia hídrica y climática.

1 Introducción

En LATAM, la fruticultura enfrenta escasez hídrica y alta variabilidad climática [7]. El monitoreo continuo de humedad de suelo y salud del cultivo es clave, pero en PyME predominan inspecciones manuales con uso ineficiente de insumos y respuestas tardías [6]. Las soluciones comerciales siguen fuera de alcance por costo, complejidad e infraestructura [8]. *AgrIoT* propone una plataforma autónoma, asequible y árbol-por-árbol que, alineada a IA Verde (*Green-by/Green-in*), reduce huella de datos/energía y habilita adopción real de agricultura de precisión.

2 Arquitectura y componentes del sistema AgrIoT

Arquitectura modular y distribuida para zonas rurales con baja conectividad/energía. **1.1 Plataforma autónoma.** Gateways árbol-por-árbol, solares (panel+batería) y firmware de bajo consumo (deep sleep) [3], capturan humedad (sensores capacitivos HD-38/SEN0193 con calibración por sitio [5]), temperatura/luz y cámara para visión (conteo y anomalías) [10]. **1.2 Red híbrida.** Malla de corto alcance (LoRa/Zigbee/BLE Mesh; LoRaWAN por eficiencia/alcance [2]) y concentrador 4G/5G como puente a la nube [1], con resiliencia y tráfico optimizado [12]. **2 Procesamiento.** Estrategia jerárquica: *edge* (filtrado/detección) y nube (analítica), conforme a IA Verde.

2.1 Edge computing y analítica en la nube

Edge: Preprocesamiento local para filtrar, detectar eventos y bajar latencia, ancho de banda y energía (*Green-in*) [9]. **Nube:** Almacenamiento escalable y modelos predictivos que generan alertas y recomendaciones de riego para optimizar agua y responder tempranamente a riesgos fitosanitarios [11].

2.2 Métricas de rendimiento y sostenibilidad

(1) **Datos/energía:** entrega diaria $\geq 95\%$ y uptime $\geq 98\%$. (2) **Agua:** 10-20% menos consumo gracias a recomendaciones de riego basadas en humedad real [4]. (3) **IA (visión):** correlación IA-conteo manual $\geq 0,85$ para estimación de cosecha. En conjunto, estas metas vinculan robustez técnica con ahorro de recursos y sustentan el enfoque *Green-by/Green-in*.

2.3 Conclusión

AgrIoT integra IoT, energía solar, redes híbridas y *edge* para ofrecer monitoreo árbol-por-árbol asequible. Su enfoque *Green-by/Green-in* reduce huella de datos/energía y mejora productividad, favoreciendo uso eficiente de agua y resiliencia climática en pequeños y medianos productores de LATAM.

References

- [1] Ayari M. Altowaijri, S. M. The synergistic impact of 5g on cloud-to-edge computing and the evolution of digital applications. [10.3390/math13162634](#), 2025.
- [2] Ghartey G. Aidoo J. Thiaré O. Effah, E. Hardware development and evaluation of multihop cluster-based agricultural iot based on bluetooth low-energy and lora communication technologie. [10.3390/s24186113](#), 2024.
- [3] Munir K. Eugeni M. Atek S. Gaudenzi P. Elahi, H. Energy harvesting towards self-powered iot devices. [10.3390/en13215528](#), 2020.
- [4] A. Ruíz-Barquero et al. Evaluation of irrigation requirements with iot for biochar-amended soils in greenhouses. [10.1109/BIP63158.2024.10885394](#), 2024.
- [5] Pinto Duque A. Weber Felix R. Assis Esteves F. Lemes Martins R. Fernandes Genovez J., Rocha Gripp A. Enhancing the accuracy of the low-cost capacitive soil moisture sensor sen0193 for internet of things applications. [10.1590/1678-4324-2025240380](#), 2025.
- [6] Y. Huang. Improved svm-based soil-moisture-content prediction model for tea plantation. [10.3390/plants12122309](#), 2023.
- [7] Huggel C. Ramajo L. Chacón N. Ometto J. Postigo J. Castellanos E. Hågen, I. Climate change-related risks and adaptation potential in central and south america during the 21st century. [10.1088/1748-9326/ac5271](#), 2022.
- [8] T. Mizik. How can precision farming work on a small scale? a systematic literature review. [10.1007/s11119-022-09934-y](#), 2022.
- [9] Lilapati Waikhom Arif Ahmed Sabuzima Nayak, Ripon Patgiri. A review on edge analytics: Issues, challenges, opportunities, promises, future directions, and applications. [10.1016/j.dcan.2022.10.016](#), 2024.
- [10] Mumtaz R. García-Nieto J. Hassan S. Zaidi S. Iqbal N. Shafi, U. Precision agriculture techniques and practices: From considerations to applications. [10.3390/s19173796](#), 2019.
- [11] Radenkovic M. Bogdanovic-Z. Plasic J. Gaborovic A. Stefanovic, N. Adaptive cloud-based big data analytics model for sustainable supply chain management. [10.3390/su17010354](#), 2025.
- [12] Zhixiang Kong Chengsheng Pan Zilong Jin, Huajian Xu. A resilient routing strategy based on deep reinforcement learning for urban emergency communication networks. [10.1016/j.comnet.2024.110898](#), 2025.