

PIÑA 4.0: SISTEMA MULTIAGENTE INTELIGENTE PARA LA OPTIMIZACIÓN HÍDRICA Y CLIMÁTICA EN EL CULTIVO DE PIÑA MEDIANTE TECNOLOGÍAS LORA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

- Cultivo de piña en Villavicencio, Meta (piedemonte llanero). Desafíos relacionados con la eficiencia hídrica y la variabilidad climática.
- El proyecto presenta "Piña 4.0", un sistema multiagente inteligente basado en IoT e IA, desarrollado en el semillero Ciberondas.
- Duración: 36 meses (2024-2027). Financiación: Universidad Santo Tomás. Alineado con los ODS 2, 6, 9 y 13.



2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA MULTIAGENTE



NODO SENSOR



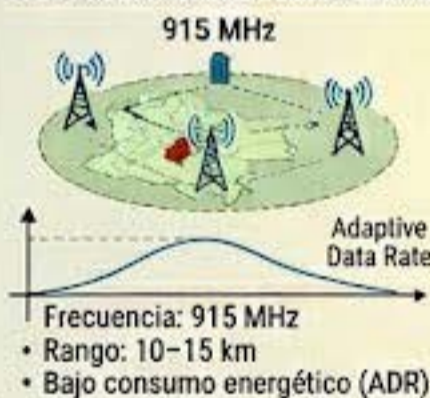
Nodos LoRa distribuidos en campo. Humedad volumétrica del suelo (0-40 cm). Transmisión cada 15 min.



VÁLVULA DE ACTUACIÓN




3. TECNOLOGÍA Y COMUNICACIÓN LORAWAN



4. MODELOS PREDICTIVOS Y FENOLÓGICOS

- Machine Learning para estimación de necesidades hídricas
- Algoritmos: Random Forest, XGBoost, LSTM
- Precisión: $R^2 > 0.72$
- Método FAO-56 Penman-Monteith
- Ajuste dinámico según fases fenológicas: Establecimiento, Desarrollo vegetativo, Inducción floral, Floración y fructificación, Maduración
- Coefficientes de cultivo (Kc) variables
- Modelo SPAC adaptado a pila tipo CAM

5. RESULTADOS OBTENIDOS (FASE PILOTO - 12 MESES)

> 40%	ahorro hídrico	
99.2%	disponibilidad Lora	
< 0.8%	pérdida de paquetes	
87%	precisión humedad ($R^2=0.76$)	
-35%	incidencia de pudrición de cogollo	

Indicadores de calidad (Brix, acidez y peso) en rangos óptimos para exportación

6. PROYECCIÓN Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- Futuro (24 meses):** Escalar a 50 hectáreas
 - Precisión predictiva 92%
 - Modelos de plagas/enfermedades
 - Apo móvil para productores
- Formación:**
 - 1 Doctorado (PhD - UNAL)
 - 2 Maestrías (ingeniería Electrónica y Computación)
 - 8 Pregrados (Electrónica y Agronomía)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Seminario C. Miedo metaem en anilanta tener para lo ap mtozabon hndfoe y clndfios r cenoe de v lice lntree. Se Sonnoio. Sdico: 5022 - 270
- [2] Dooling a h. Sdoyntreanewahede per or mogole do lo subdozabon do Whercentro. thlar 2023 080
- [3] B. Breiman. Random forests. Machine Learning, 45(1):5-32, 2001.
- [4] G. B. Erskine. The pineapple. In: The pineapple. Cambridge University Press, 2014.
- [5] FAO. The FAO-56 Penman-Monteith equation. FAO, 2008.
- [6] J. H. Campbell and C. B. Busch. The pineapple. In: The pineapple. Cambridge University Press, 2014.
- [7] J. H. Campbell and C. B. Busch. The pineapple. In: The pineapple. Cambridge University Press, 2014.
- [8] J. H. Campbell and C. B. Busch. The pineapple. In: The pineapple. Cambridge University Press, 2014.
- [9] J. H. Campbell and C. B. Busch. The pineapple. In: The pineapple. Cambridge University Press, 2014.
- [10] J. H. Campbell and C. B. Busch. The pineapple. In: The pineapple. Cambridge University Press, 2014.

CONTACTO

luistrivino@usta.edu.co

Palabras clave: Sistemas multi-agente, IoT agrícola, LoRaWAN, Machine Learning, Huevo de prelación, Cultivo de piña, Agronomía 4.0