

# Explorando el estándar LoRa en una aplicación de Agricultura de Precisión

## Problemática

La Agricultura de Precisión (AP), es una alternativa para incrementar la productividad en el campo y existen muestras fehacientes de sus bondades en otros países. En el Ecuador la explotación de las técnicas de AP aun es incipiente, en parte debido a que se requiere probar los dispositivos involucrados en su implementación en el ambiente real y tener pruebas de su efectividad.

## Objetivo

Determinar un modelo de propagación en un área agrícola ubicada en el Campus Politécnico (Figura 1) por medio del despliegue de una Red de sensores inalámbricos (WSN) y diseñar un prototipo de un sistema de riego inteligente.

## Metodología

Se realizaron mediciones de Potencia de Señal Recibida (RSS) para obtener un modelo de propagación experimental en dos cultivos y diseñar un prototipo de riego inteligente (Figura 2). Esto se logró con el despliegue de una red de nodos sensores LoRa que operan en la banda ISM 915 MHz y la implementación de un actuador de riego en un parcela.



Figura 1  
Área de despliegue de la red de nodos sensores

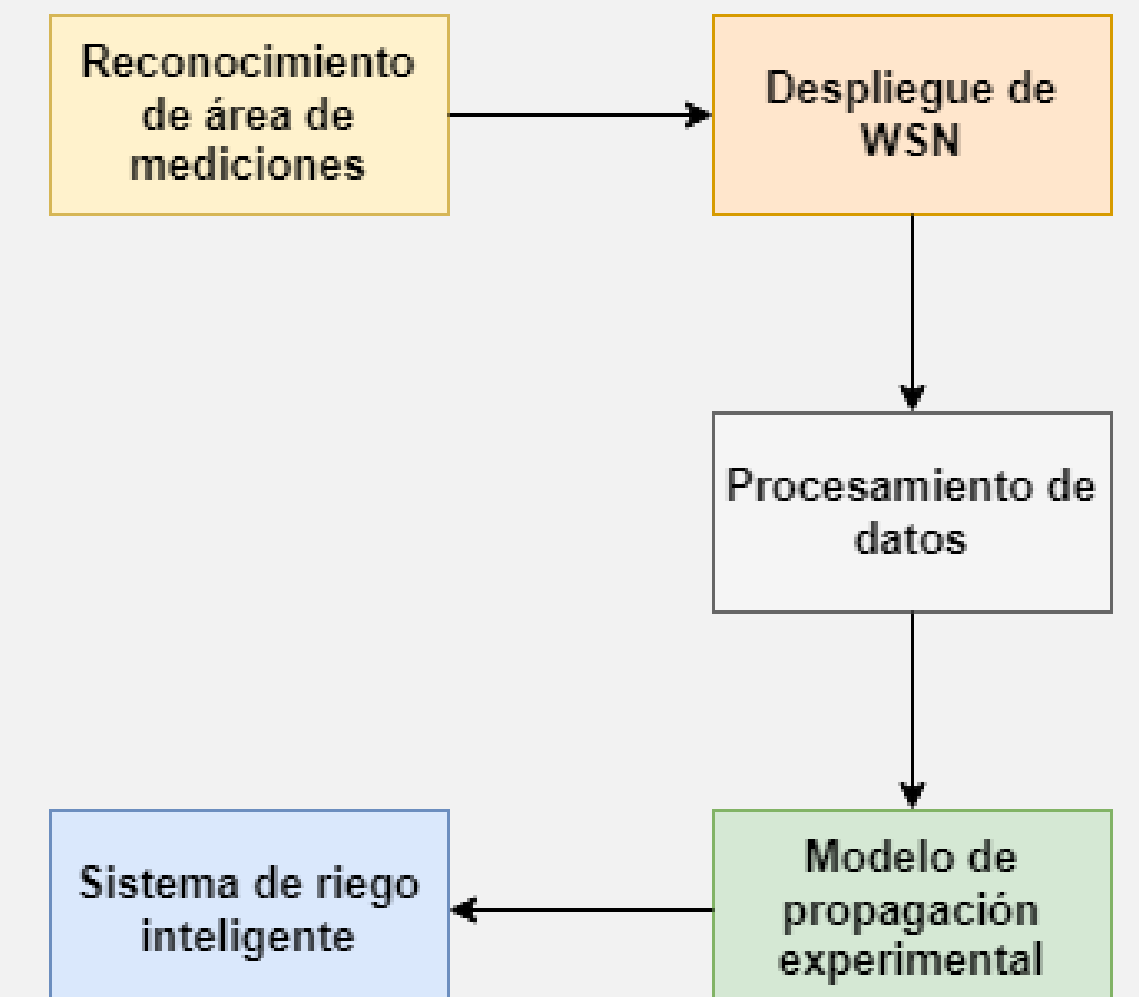


Figura 2  
Metodología

## Resultados

### Escenario de cultivos

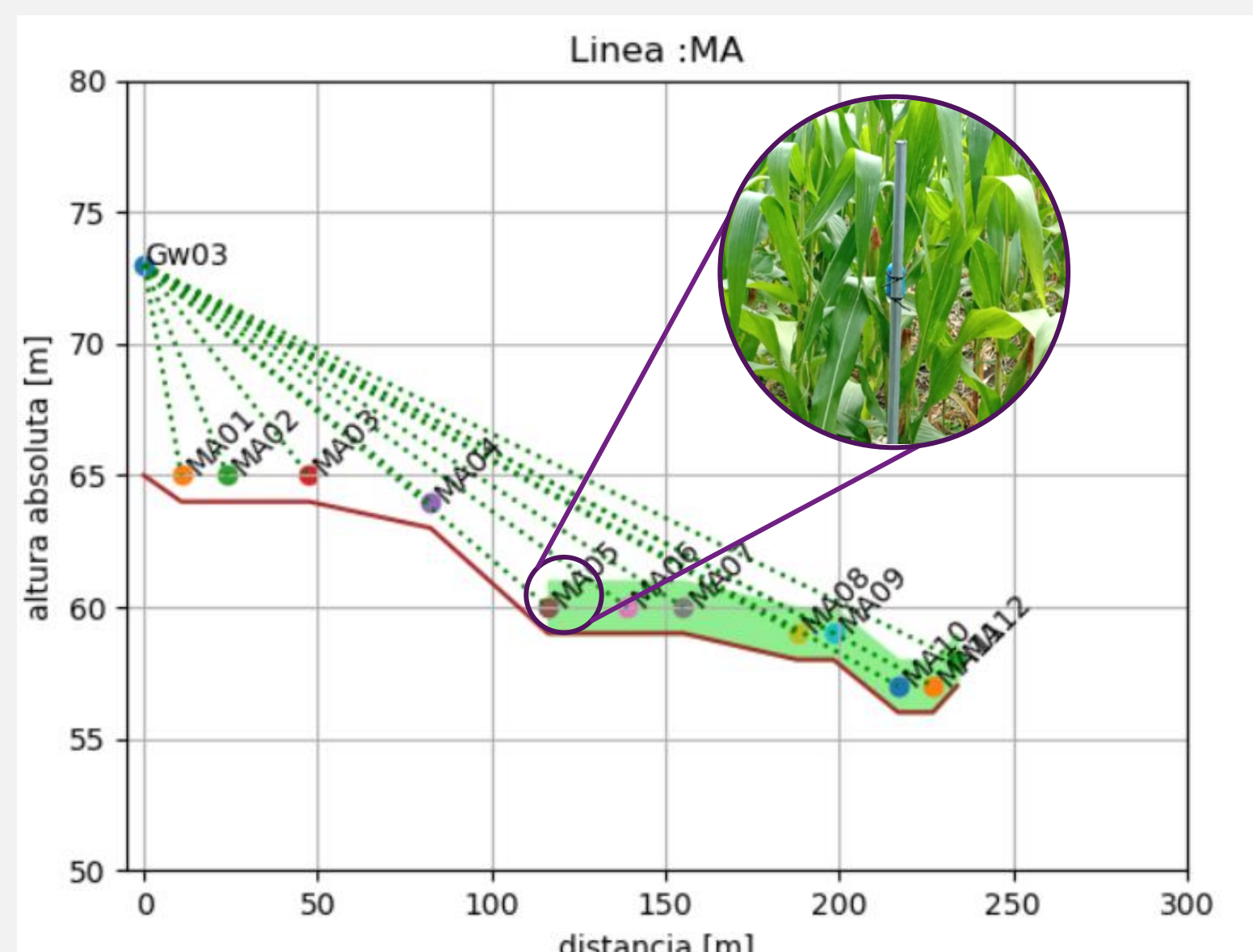


Figura 3  
Escenario LoS y nLoS en cultivos de maíz.

Como se muestra en la Figura 3, se realizó un despliegue de nodos finales LoRa que reportaron los valores de RSS hacia un gestor de base de datos usando el enlace entre cada nodo final y el gateway.

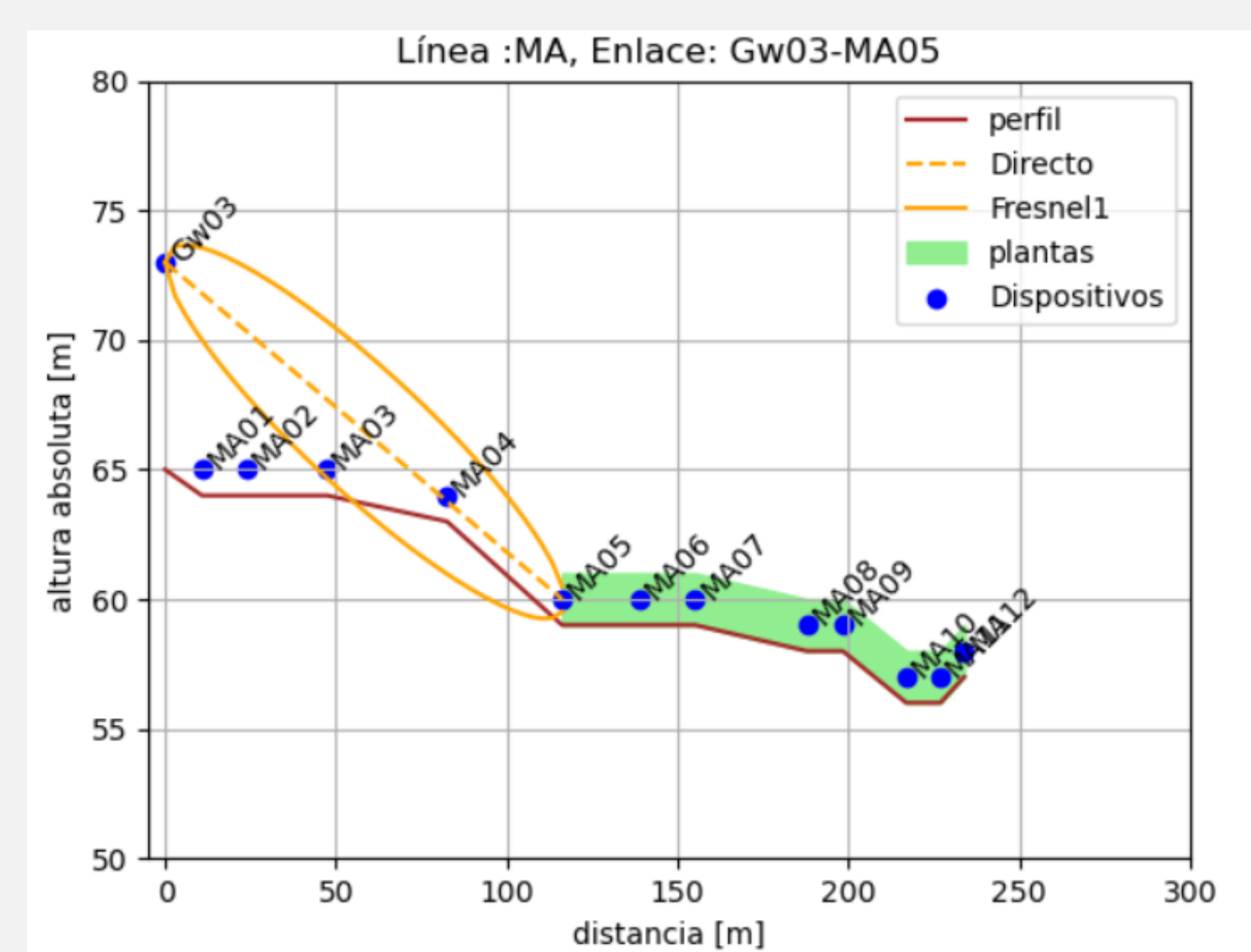


Figura 4  
Zona de Fresnel en punto de despliegue.

### Comparación con modelos de propagación

Se realizó la validación del modelo experimental obtenido mediante la comparación con modelos de propagación teóricos existentes (Figura 5).

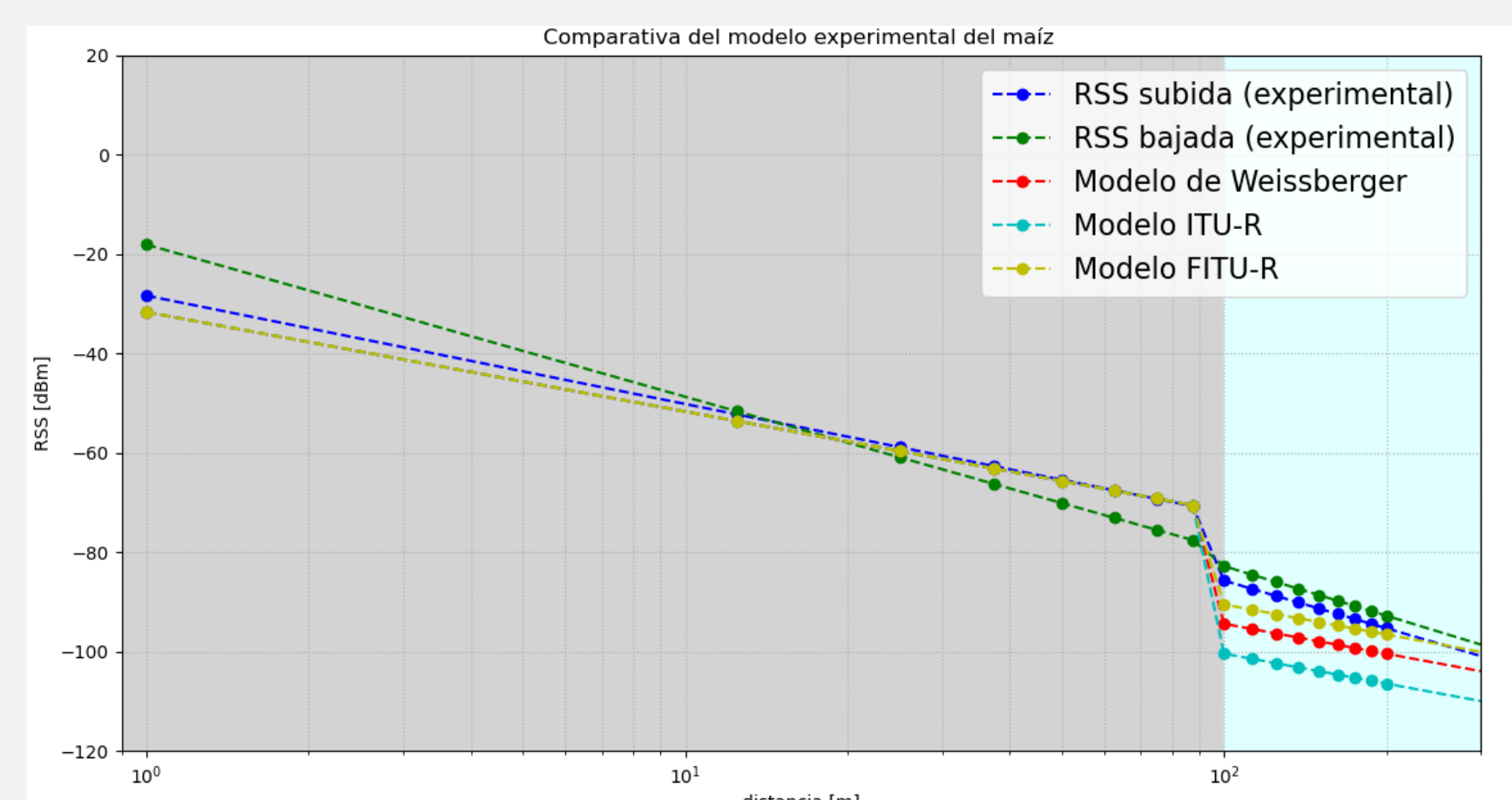


Figura 5  
Punto con baja variabilidad en sus mediciones.

### Prototipo de riego inteligente

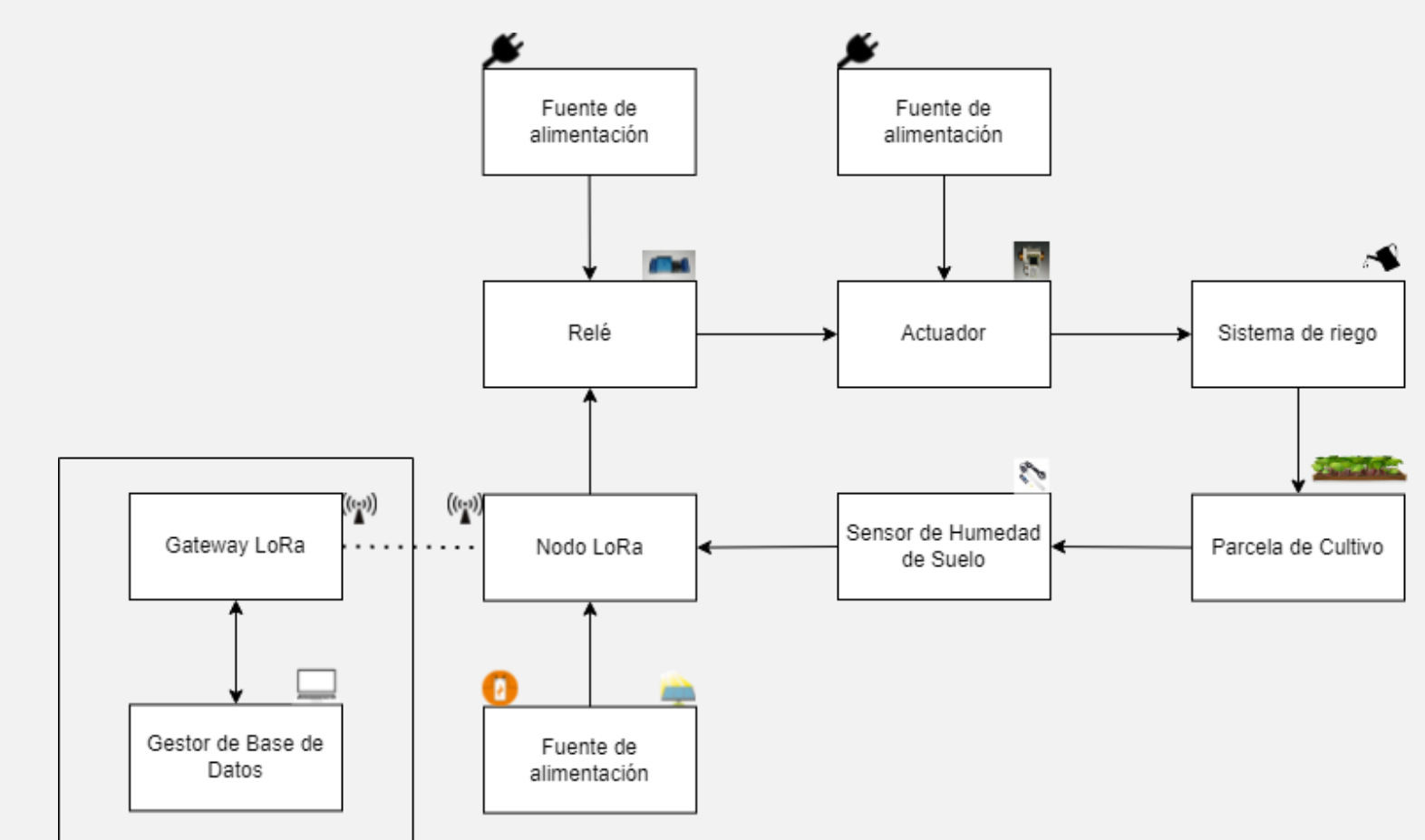


Figura 6  
Prototipo implementado de acuerdo al diagrama mostrado.

Usando el bloque de procesamiento central y un nodo final LoRa como componentes principales, se diseñó un prototipo de control de riego inteligente, según el esquema que muestra la Figura 6.

### Gradientes experimentales

	Maíz LoS	Maíz nLoS	Cacao LoS	Cacao nLoS	Maíz	Cacao
$ \alpha $ subida	2.18	3.18	3.27	2.99	2.70	3.05
$ \alpha $ bajada	3.06	3.31	3.58	3.11	2.68	3.06

Tabla 1.  
Gradientes obtenidos.

En la Tabla 1, se resumen los resultados obtenidos para los valores absolutos de los gradientes parciales y totales, tanto en la plantación de maíz como en la plantación de cacao.

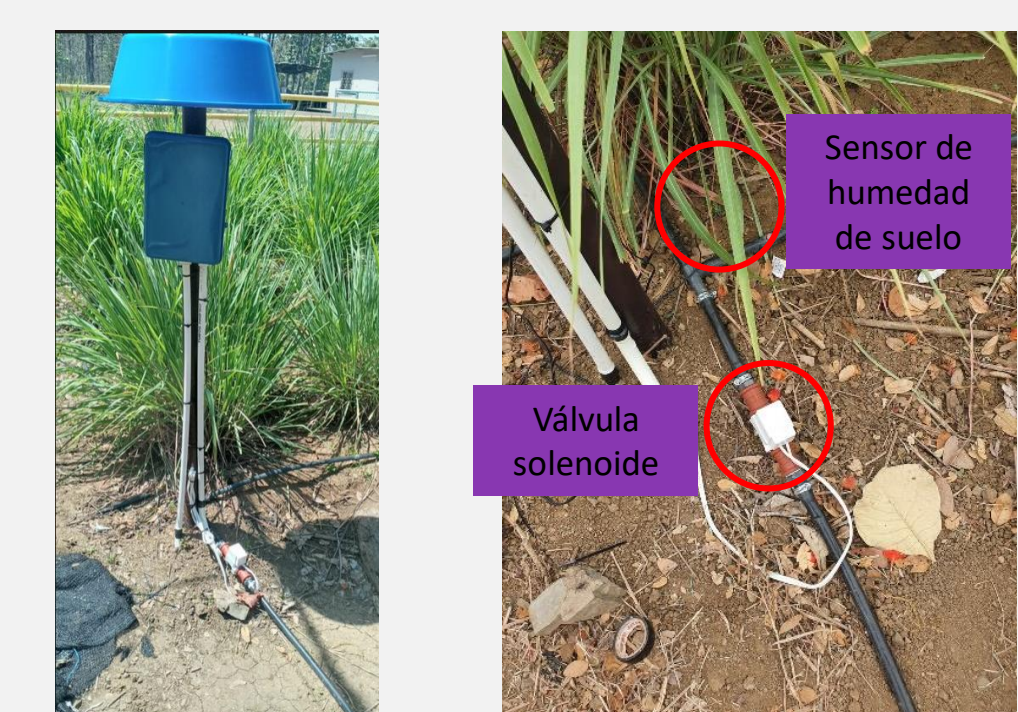


Figura 7  
Implementación del prototipo de riego inteligente

Se implementó el prototipo de riego inteligente en una parcela (Figura 7) y se programó para activarse mediante instrucciones recibidas inalámbricamente vía LoRa.

## Conclusiones

- Se obtuvo un modelo de propagación experimental específico del sitio que puede ser reevaluado en condiciones similares a las que existieron dentro de este experimento.
- Los modelos teóricos de propagación aplicados a ambientes con vegetación ITU-R, FITU-R, Weissberger sobrestiman las pérdidas por atenuación en comparación con el modelo de propagación experimental obtenido.
- El despliegue de actuadores controlados de manera central no es recomendable en las ubicaciones próximas al declive en el perfil del terreno.
- Se muestra una mayor atenuación en cultivos con mayor altura y mayor densidad de vegetación.