



Jorge del Valle Arias

Director Gerente de GALTEL Proyectos y
Desarrollos SL



Rodrigo Palacios Marugán

Responsable de Ingeniería de GALTEL
Proyectos y Desarrollos SL



Trabajar la tierra con redes inalámbricas de sensores

Por mucho que desde todos los ámbitos se trate de transmitir el efecto benéfico de la aplicación de la tecnología a los más variados sectores y ámbitos de actuación humanos, no hay como la exposición práctica de esas ventajas para convencer sobre los hechos.

En este caso abordamos, de la mano de Jorge del Valle y Rodrigo Palacios la aplicación de las redes inalámbricas de sensores en la mejora de la productividad agrícola.

La agricultura es, con la ganadería, el sistema de producción más antiguo, y la evolución tecnológica aplicada al campo siempre ha caminado lenta en comparación con lo utilizado en otros sectores productivos. Los métodos de cultivo se basan mayoritariamente en la tradición, fruto del mecanismo de ensayo y error, en vez de basarse en el conocimiento instantáneo de lo que ocurre en el terreno.

Repetir unas mismas acciones para provocar un mismo desenlace sólo tiene sentido si las condiciones se repiten. Pero el campo no es un espacio homogéneo, ni física ni temporalmente, ni las plantas se desarrollan de la misma manera.

Para exprimir la calidad de un cultivo es necesario contar con la mayor información posible. La técnica no puede quedar relegada a la fase posterior a la recogida de la producción, porque desde una mala materia prima no puede generarse un buen producto final. Además, la uva es un producto con un alto grado de respuesta a las acciones realizadas por el técnico de campo, que presenta un efecto casi inmediato sobre sus propiedades organolépticas, especialmente importante cuando está destinada a vinificación de calidad.

Medir en el campo

La cadena de valor del vino empieza en la tierra. La variabilidad espacial del terreno hace que no podamos conseguir lo mismo en todas partes haciendo las mismas cosas, ya que el tipo de suelo varía de un lugar a otro, a veces en una corta distancia, por motivos tan diversos como el contenido de nutrientes, pH, orografía o porosidad.

El conocimiento del terreno da paso al establecimiento de zonas (zonificación), definiendo unidades de cultivo que serán tratadas de distinta forma, o incluso dedicadas a un producto diferente en función de la variedad de uva que se cultive, el tipo y calidad de vino al que se quiera destinar su producción, etc.

La siguiente pregunta que nos deberíamos hacer es qué parte de las prácticas agrícolas que se están llevando a cabo están teniendo el efecto deseado. Y para eso, nuevamente, no tiene sentido esperar a la vendimia. Hay que actuar ya. Midiendo en el campo.

La adquisición de datos se debe producir a lo largo de todo el año, no sólo en la época de crecimiento vegetativo de la planta (abril a octubre), ya que las condiciones invernales también influyen en la evolución posterior de la planta y el fruto.

Los primeros sensores se entierran junto a las raíces, donde todo tiene origen. Nos interesa saber cuánto agua queda en la tierra, pero también cuánta es capaz de absorber la planta. Partiendo de ese punto existen muchos otros parámetros interesantes, en función del grado de detalle al que se quiera llegar: radiación solar, temperatura ambiental, lluvia, viento, humedad y temperatura de las hojas, y hasta variaciones micrométricas en el grosor del tronco (dendrometría).

Con tanta información ya podemos iniciar nuestro análisis. O podríamos si fuéramos capaces de conocerlo todo al mismo tiempo y reunido en un mismo sitio.

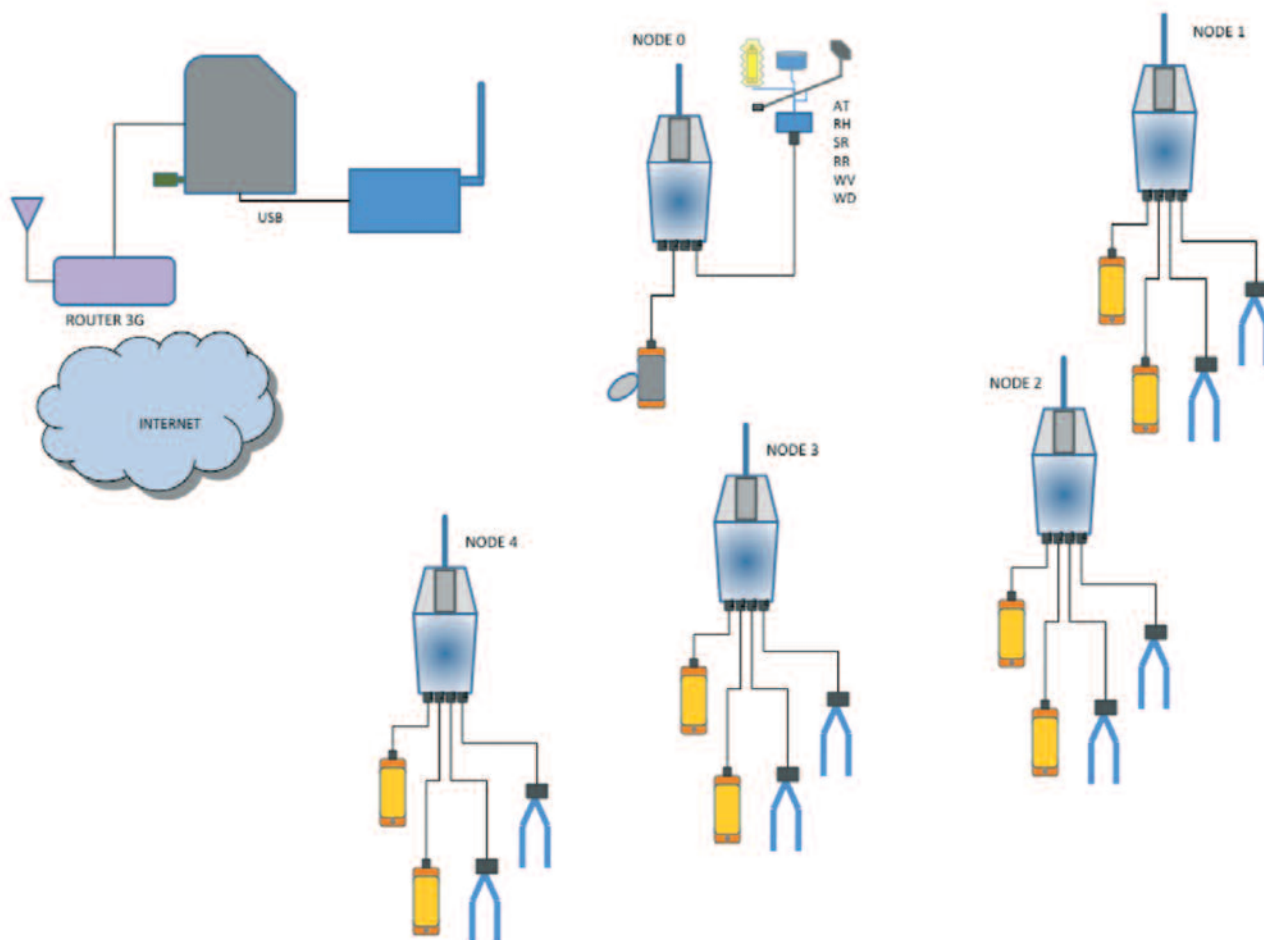


Figura 1. Esquema típico de red para monitorización agrícola. Los parámetros ambientales se miden en un punto único, mientras que los relativos al suelo y la planta se monitorizan en múltiples zonas.

Éste es el último salto cualitativo que nos ha proporcionado la tecnología, y que aquí toma la forma de una red de sensores inalámbricos.

En un espacio extenso y que requiere trabajos periódicos es irreal recurrir a soluciones cableadas. Los nodos autónomos pueden recargar las baterías con pequeñas placas solares. Los requerimientos energéticos para medir en el campo no son altos; es un sistema lento donde el tiempo real se mide en fracciones de cuarto de hora. El espacio de transmisión es abierto, lo que minimiza las dificultades a tener en cuenta: basta considerar la distancia máxima entre nodos, la orografía del terreno y la posible atenuación de la señal por la vegetación, especialmente crítica a partir de la brotación.

La red de sensores con topología mallada ofrece la robustez y escalabilidad que requiere el campo. Soluciona el problema de la ubicuidad en la toma de medidas y proporciona alimento continuado a una base de datos que, en esta aplicación más que en ninguna otra, es un tesoro de información. Lo registrado no sólo es útil para

el momento presente, sino primordial de cara a la elaboración de un histórico sobre la evolución en el comportamiento y producción del viñedo.

Tomando decisiones

El nivel de complejidad de un sistema determina el número de dimensiones en las que es posible moverse para ejercer control sobre el mismo. Un cultivo puede empezar por ser gestionado únicamente a nivel de riego, respondiendo ante las medidas de los sensores enterrados y buscando el punto óptimo de irrigación de la planta. Esto ya de por sí conlleva un entrenamiento. El resultado del riego puede variar según se aplique desde un procedimiento continuo y de caudal escaso hasta otro discontinuo y abundante. Nuevamente, depende sobre todo de la combinación planta-suelo.

En ciertas zonas, solucionar el problema de la optimización del agua ya supone un gran avance. Se han registrado ahorros de agua en torno al 40-50% después de un



“ Desde un punto de vista de ingeniería, el siguiente hueco a cubrir para incrementar la utilidad de las redes inalámbricas aplicadas en agricultura y medio ambiente es la mejora en la sensorización ”

periodo de aprendizaje de tan sólo un mes. La primera fase permite descubrir cómo responde el terreno, es decir, cómo se infiltra el agua y si es absorbida o no por la planta, para después pasar al ajuste fino. Se evalúa la eficiencia del riego, identificando casos en los que el agua no es aprovechada totalmente, sino que se filtra a capas subterráneas, pudiendo arrastrar sales minerales y aumentando con ello la contaminación de capas inferiores. También facilita la adopción de técnicas de estrés hídrico en la planta. Se trata, en definitiva, de usar exactamente lo que se necesita, economizando los recursos.

Desde este punto de partida se pueden dar varios saltos en la complejidad de gestión del sistema. Usando más información es posible tomar más decisiones, y de mayor envergadura, pero siempre recurriendo a algoritmos más complejos: a partir de los registros de radiación solar y conociendo la forma de poda de la planta, se puede estimar el desarrollo vegetativo de la misma, y extraer datos sobre la eficiencia fotosintética; los sensores ambientales avisan de la inminencia de una helada, etc.

Defender el viñedo

Al margen de lo puramente relativo al cultivo del producto, existen otras amenazas que merece la pena vigilar para asegurar el buen término de la vendimia. Quizá la más compleja de todas sea el factor biológico.

El hombre no es el único ser vivo interesado en el viñedo. Hay muchos otros que compiten por hacerse con él. Detectar su presencia es complejo, pero lo que sí es posible es ponerse alerta cuando las condiciones para su aparición tengan lugar. Una combinación de información proporcionada por varios sensores ofrece una estimación del nivel de riesgo. En estos casos, al menos de momento, la precisión no es tan importante como la previsión. Para el viticultor lo crucial es saber que el riesgo está ahí, más allá de la posibilidad de localizar con exactitud el punto de desarrollo del organismo atacante.

El viticultor puede ser avisado de la probabilidad de ocurrencia de enfermedades como la botrytis, el oidio o el mildiu. Tan sólo con que, gracias a estos avisos preventivos, se reduzca en un 10% el número de tratamientos que se da al cultivo, el ahorro tanto económico como

medioambiental es muy elevado, ya que los tratamientos paliativos contra algunas de estas enfermedades son muy costosos y muy agresivos.

Buscando dar solución a todas las cuestiones planteadas hasta ahora, se constituyó un grupo de investigación para dar forma al proyecto MODEM_IVM (MONitoring and DECision Making for Integrated Vineyard Management). Combinando disciplinas tan diversas como la modelización matemática, la investigación agrícola, el análisis de imágenes o la transmisión inalámbrica, el objetivo del consorcio es la creación de una herramienta que ayude a los viticultores en la toma de decisiones para la gestión integral del viñedo.

El resumen de la idea es sencillo: medir y aconsejar sobre cómo actuar. Una red inalámbrica de sensores recopila la información en tiempo real y la envía a una base de datos. La información es entonces analizada por un DSS (Decision Support System) que, basándose en una serie de modelos y algoritmos matemáticos, proporciona instrucciones sobre el mejor modo de proceder en base a la situación actual. El conocimiento que el sistema tiene de las circunstancias del cultivo puede complementarse además añadiendo otros datos difíciles de cuantificar, que el propio técnico de campo introducirá respondiendo a un cuestionario específico, mediante una aplicación para tablet que permite realizarlo a pie de viña.

Arquitectura del sistema

En la actualidad el sistema recibe información desde tres redes de sensores desplegadas en viñedos de La Rioja (España), el Ziano Piacentino (Italia) y Vila Real (Portugal), gestionados por las universidades de La Rioja, el Sacro Quore y Tras-o-Montes e Alto Douro, respectivamente. Cada emplazamiento presenta condiciones climáticas y orográficas distintas, lo que proporciona la heterogeneidad de datos necesaria para el buen desarrollo del proyecto.

Desde cada instalación, los datos recogidos por los nodos inalámbricos son transmitidos a los Gateways, para viajar después a través de internet hasta la base de datos principal. Toda esta información es complementada por la suministrada desde los dispositivos móviles, confor-

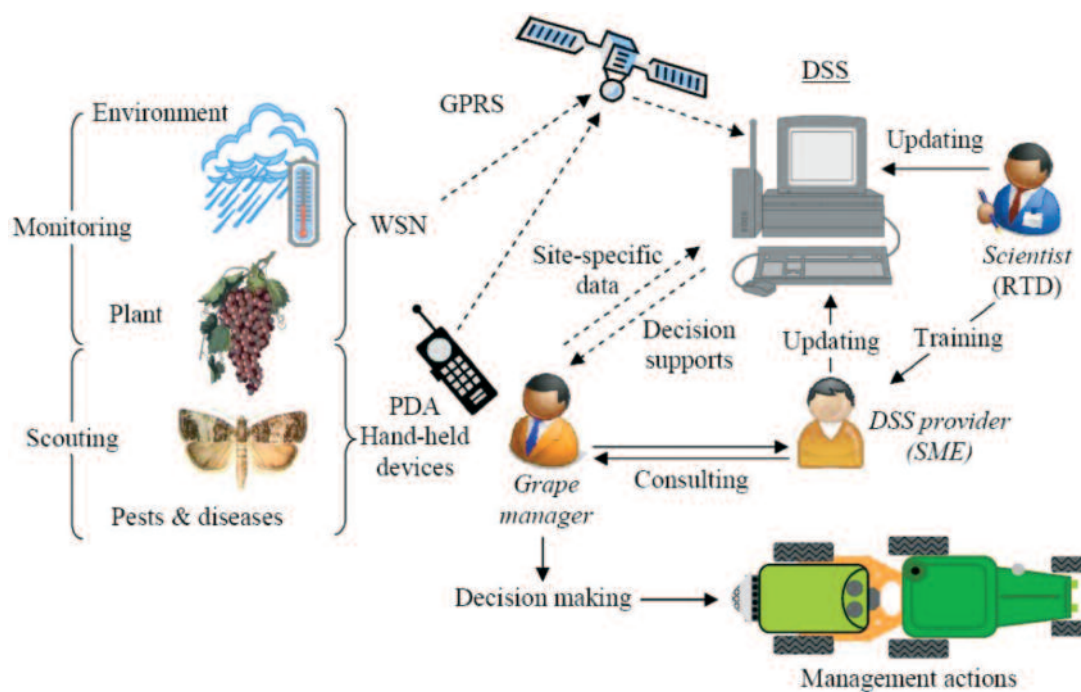


Figura 2. Diagrama simplificado del proyecto de monitorización

mando el conjunto que procesará entonces el DSS. Analizando la situación particular de cada viñedo, el sistema estima el mejor plan de trabajo y proporciona apoyo en la toma de decisiones al usuario final, ya se trate del propio viticultor o de un consultor asociado.

Cada viñedo experimental ha sido dividido en dos partes, una de las cuales será tratada conforme a lo indicado por el DSS, mientras la otra se gestionará según las prácticas tradicionales. En una posterior comparación de resultados se analizarán los puntos en los que el sistema ha significado una ayuda para el manejo de los viñedos, y aquellos en los que tiene que mejorar su funcionalidad. El proceso de optimización continuará año tras año, instalando redes de sensores en más emplazamientos para favorecer así la diversidad de la información y acelerar el aprendizaje.

El próximo paso: mejores sensores

Desde un punto de vista de ingeniería, el siguiente hueco a cubrir para incrementar la utilidad de las redes inalámbricas aplicadas en agricultura y medio ambiente es la mejora en la sensorización. El resto de los aspectos del sistema quizá puedan ganar puntos de uno u otro modo: optimizando la gestión energética de los gateways (especialmente importante en instalaciones rurales donde hay que recurrir a energías alternativas), mejorando la cobertura de la red móvil para faci-

litar la subida de la información a la nube, incrementando el alcance de los equipos de transmisión de los nodos...

Pero el núcleo de la célula es la información. Más calidad en los datos es más calidad en el sistema. Y no se trata sólo de mejorar en precisión, sino de permitir medir. Hay parámetros que actualmente no son integrables en una red de sensores porque, sencillamente, los equipos de mercado sólo están pensados para utilizarse manualmente.

En todo caso, el escenario es alentador. El nivel de exactitud requerido por los usuarios finales que instalan actualmente estos sistemas se ve casi completamente satisfecho con los sensores actuales. Son sobre todo los entornos investigadores los que demandan mejoras. Pero hay que tener en cuenta que la entrada de este tipo de tecnologías en el campo es relativamente reciente, y por tanto es precisamente en las universidades y los centros de investigación donde hay que poner el ojo para adelantarse a lo que viene. Las soluciones que ellos desarrollen serán las que después demande el sector, una vez se extienda el convencimiento del beneficio de controlar algo más que el riego para alcanzar la calidad esperada en el fruto.

Más y mejor información se traducirán en un mejor producto, y terminará de incluir a la tecnología inalámbrica en la cadena de valor del vino. ☺