

## METODO SMART

Con 14 años de experiencia y avalados científicamente por los resultados de varios proyectos con varios centros de investigación **Verde Smart** ha puesto a punto la **metodología Smart** que está basada en un registro sistemático de datos utilizando nuevas tecnologías, que ayuda a solucionar importantes problemas de los cultivos.

La **metodología Smart** facilita la creación de conocimiento en agricultura, pues convierte los datos de sensores de planta, clima y suelo, de campo, de teledetección y previsiones de clima que aprenden con el microclima de cada finca en información útil para el técnico (ver figura 1). La estrategia de la metodología es mejorar el diagnóstico en la toma de decisiones, para que éstas sean más acertadas, más preventivas y que incorporen la experiencia del técnico y de la propia finca.



Figura 1: Metodología Smart para agricultura

Dado el exceso de información potencial disponible se busca acotar bien los datos y la información a registrar: que sea la adecuada, potenciando nuevos indicadores, que faciliten resolver los problemas de cada cultivo y proceso. Para hacer posible la metodología se dispone del **software de apoyo a la toma de decisiones e-verd 2.0**.

Se ha diseñado una propuesta de implantación de la metodología que sea escalable en tecnología, sensores y servicios, y con la que el cliente pueda ir creciendo al mismo tiempo que se va formando, tal como se puede ver en la Figura 2. Esto es importante, dado que para la mayoría de los clientes es una novedad el uso de las nuevas tecnologías (teledetección, nuevos tipos de sensores) y nuevos indicadores para apoyar la toma de decisiones técnicas.



Figura 2: Escalabilidad de la Metodología Smart

La metodología tiene en cuenta que *para caracterizar la experiencia de una variedad, dentro de una finca determinada, hay que considerar los cambios acontecidos en el espacio y en el tiempo* a lo largo del año y que para ello es necesario utilizar una solución que mida periódicamente la evolución de la variabilidad espacial de lo ocurrido cada año y al mismo tiempo registre el comportamiento del árbol o la planta con el paso del tiempo (15 minutos) y su dinámica hasta recolección.

### **Variabilidad temporal**

Se muestrea de forma intensiva a un conjunto de plantas representativas de la variabilidad de la variedad, parcela o finca mediante sensores y datos de campo. Se busca crear una trazabilidad que acabe con la medición de los indicadores que aporten valor económico para la empresa (calidad, producción etc).

El registro de datos consiste en:

- **Plataforma de hardware y sensores:** compatible con diferentes plataformas de hardware, sensores y comunicación.
- **Caracterización:** consiste en monitorizar a una serie de árboles con sensores y medir manualmente algunos de sus procesos para entender lo que les ocurre. Además de los sensores por todos conocidos de clima y de suelo (humedad, temperatura y conductividad) se van a utilizar **dos sensores diferenciales**, patentados por Verde Smart, y sobre los que se ha invertido mucho en investigación para aprender a utilizar su información para apoyo a la toma de decisiones mediante el desarrollo de novedosos indicadores:
  - **Dendrómetro Plantsens:** Permite entender el *balance diario de agua y fotoasimilados por parte de la planta* y expresar con sus indicadores vigor y estrés. Para cultivos de calidad, como el vino, olivo y tomate se ha desarrollado un indicador que permite conocer diariamente la actividad fotosintética de la planta, la reducción de la misma por estrés hídrico o climático y si se dispone de *área foliar* se puede calcular la necesidad diaria de agua de la planta. **Su utilización es diferencial** en la metodología, pues permite entender diariamente como los factores afectan a la planta y el grado de control que se puede tener de ella con in-puts y desarrollar modelos de riego a partir de la propia experiencia. Es importante conocer el área foliar y la carga para su interpretación.
  - **Sonda de nitrato y potasio en suelo:** es la primera sonda de este tipo en el mundo y sale comercialmente en enero-17 después de más de 4 años de desarrollo. Permite conocer la concentración de estos elementos en diferentes profundidades y su dinámica, es decir, si se lavan, se acumulan o si la planta toma más que los aportes mediante la fertirrigación. Permite entender cómo el estrés climático afecta a la absorción de nutrientes. Esta sonda *abre nuevos horizontes para la gestión de la nutrición* si sus datos se integran con los datos de los equipos de fertirrigación, especialmente el tiempo de riego y la concentración de nitrato y potasio que se aporta.
  - **Datos de campo:** son datos que se tienen que tomar para que tengan sentido los datos de los sensores. Estos son:
    - **Fenología:** diferenciar 3-4 momentos críticos en donde la gestión de riego y abonado puede ser diferente
    - **Área foliar:** mediante fotos o de forma manual
    - **Carga de la planta:** previsión o en recolección
    - **Analíticas de nutrición y calidad**

Vincular la experiencia y la historia registrada a los indicadores críticos para la rentabilidad de la empresa permite definir **valores de referencia** y **diseñar alarmas vinculadas a procesos de vigor, estrés hídrico, nutricional y de calidad** para tomar decisiones anticipadas para controlar procesos claves, anticipándose a los problemas antes de que ocurran.

### ***Variabilidad espacial***

Las plantas, en el mismo espacio temporal, muestran una variabilidad espacial y Verde Smart ha puesto a punto una solución para la gestión espacial de datos:

- **Gis de software libre:** Utilización de **Q Gis** como referencia con aquellos clientes que lo necesiten y diseñar su base de datos para que pueda integrarse con el resto de datos de sensores y de datos de campo.
- **Identificar los factores fijos:** se resuelve de una forma económica la posibilidad de identificar como influye sobre la variabilidad los factores que no cambian entre años (cota, orientación y pendiente) junto con el tipo de suelo. Esto facilita agrupar las áreas similares y la ubicación de puntos de sensores.
- **Solución comercial para la ubicación de puntos de muestreo:** a partir de las imágenes históricas de desarrollo vegetativo acumulado y de factores fijos se definen las zonas más representativas para poner los sensores.
- **Evaluación continua de representatividad del punto de muestreo:** con cada imagen se podrá comparar si el valor de vigor y estrés del pixel de los sensores es similar al del área de influencia calculada.
- **Seguimiento de vigor, estrés, nutrición y calidad durante campaña:** gracias a los satélites sin coste (landsat y Sentinel) se puede disponer de una imagen semanal de cada finca y calcular la variabilidad, los índices de vigor y estrés y potenciar integrar estos datos con datos del punto de caracterización:
  - Mapas de equilibrio: con los muestreos de carga y área foliar.
  - Mapas de tendencias de vigor y estrés integrando varias imágenes para agrupar zonas con calidad potencial similar
  - Nuevos mapas ajustando los indicadores de teledetección a partir de los datos de la finca relacionándolos con los valores de estrés de planta y datos climáticos el mismo día de la imagen. Lo mismo si se toman analíticas de savia para estado nutritivo o se mide el área foliar el día de la imagen.
- **Extrapolación:** Se podrán extrapolar alarmas al resto de la población dado que al mismo tiempo se puede evaluar la representatividad de esos árboles con criterios de desarrollo vegetativo y estrés hídrico

### **Predicción meteorológica que aprende con microclima, predicción a 60 días**

Se ha desarrollado junto con una predicción que aprende con el microclima de la propia finca con muy buenos resultados, como se puede ver en la Figura 3 en donde se compara la previsión que aprende con el microclima con la de AEMET y con lo acontecido realmente. Cuando hay situaciones climáticas extremas (calor, enfermedades, heladas etc) es cuando falla más la predicción tipo AEMET y tiene más valor la propia predicción de la finca.

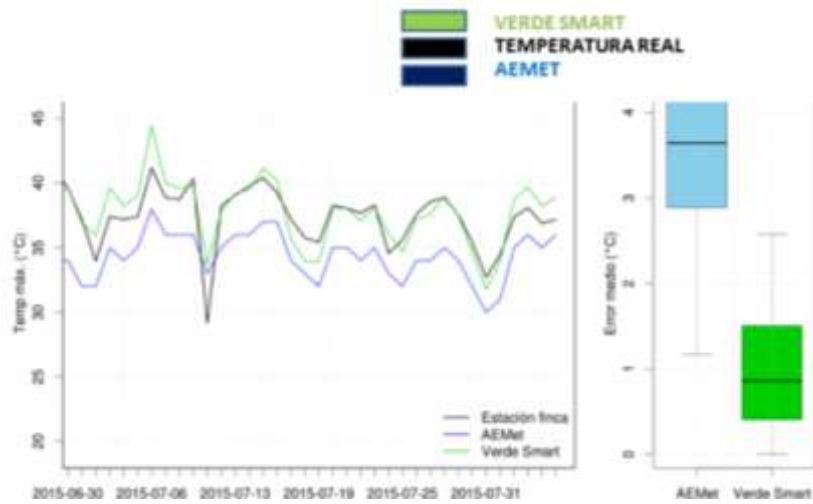


Figura 3: comparación de la previsión meteorológica que aprende con el microclima con AEMET

La validez de esta previsión es la base para construir la credibilidad de una **toma de decisiones preventiva**, pues se utilizará en el software estos datos para que salten alarmas para ajustar los riegos, el abonado y los tratamientos.