



Agricultura de precisión en Castilla y León

David Nafría (ITACyL)

Curso GPS mayo 2019

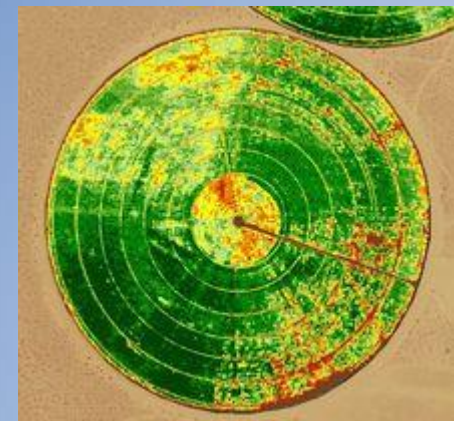
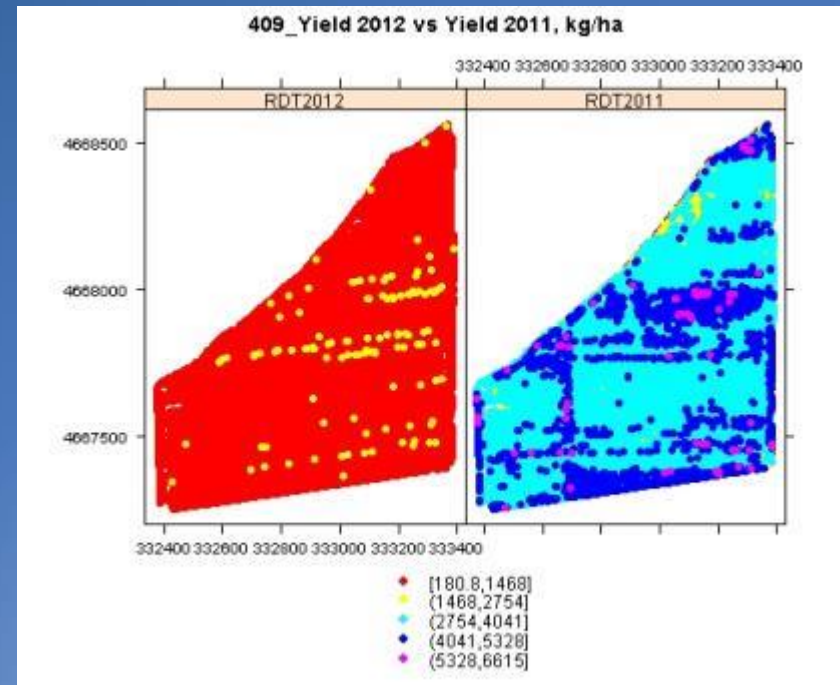


- Agricultura globalizada
 - Causas
 - Competencia Internacional
 - Mercados globales
 - Demanda creciente (población y hábitos alimenticios)
 - Consecuencias
 - Disminución de beneficios por hectárea
 - Incremento de tamaño de las explotaciones
 - Necesidad de aumentar producción / ha
 - Necesidad de reducir costes
 - Soluciones
 - Aplicar la tecnología a la agricultura: Agricultura de precisión, Sistemas de guiado y teledetección.
 - (..)

Agricultura de Precisión - Modalidades



- Sistemas de guiado y autoguiado por GNSS
- Sistemas de dosificación variable
- Sistemas de registro y procesamiento de información relativa a cultivos
 - Mapas de rendimiento y humedad en cosechadoras
 - Mapas de propiedades del suelo
 - Mapas de estado de la vegetación mediante sensores en máquinas o por teledetección
- Sistemas de visión artificial



Sistemas de navegación por satélite (GNSS)



GPS

- 6 Orbital planes
- 24 Satellites + Spare
- 55° Inclination Angle
- Altitude 20,200km



Galileo

- 3 Orbital planes
- 27 Satellites + 3 Spares
- 56° Inclination Angle
- Altitude 23,616km



GLONASS

- 3 Orbital planes
- 21 Satellites + 3 Spares
- 64.8° Inclination Angle
- Altitude 19,100km



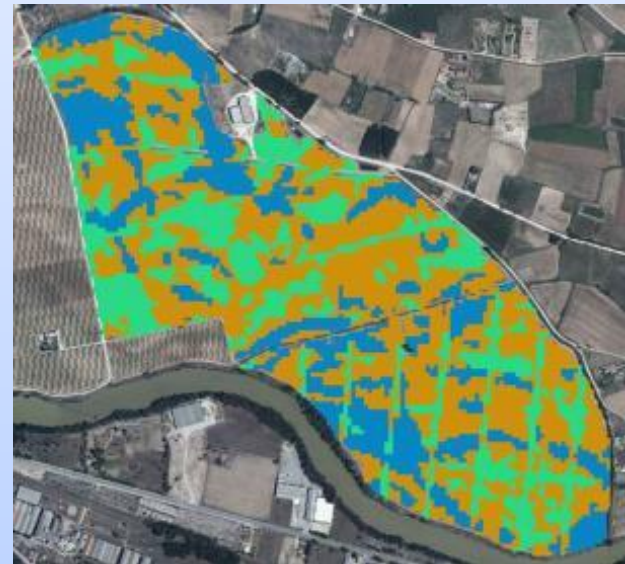
Red GNSS de Castilla y León

Servicio público de corrección diferencial de **precisión centimétrica** basado en una red de 50 estaciones de referencia.



<http://gnss.itacyl.es>

Servicio de delimitación de zonas de manejo



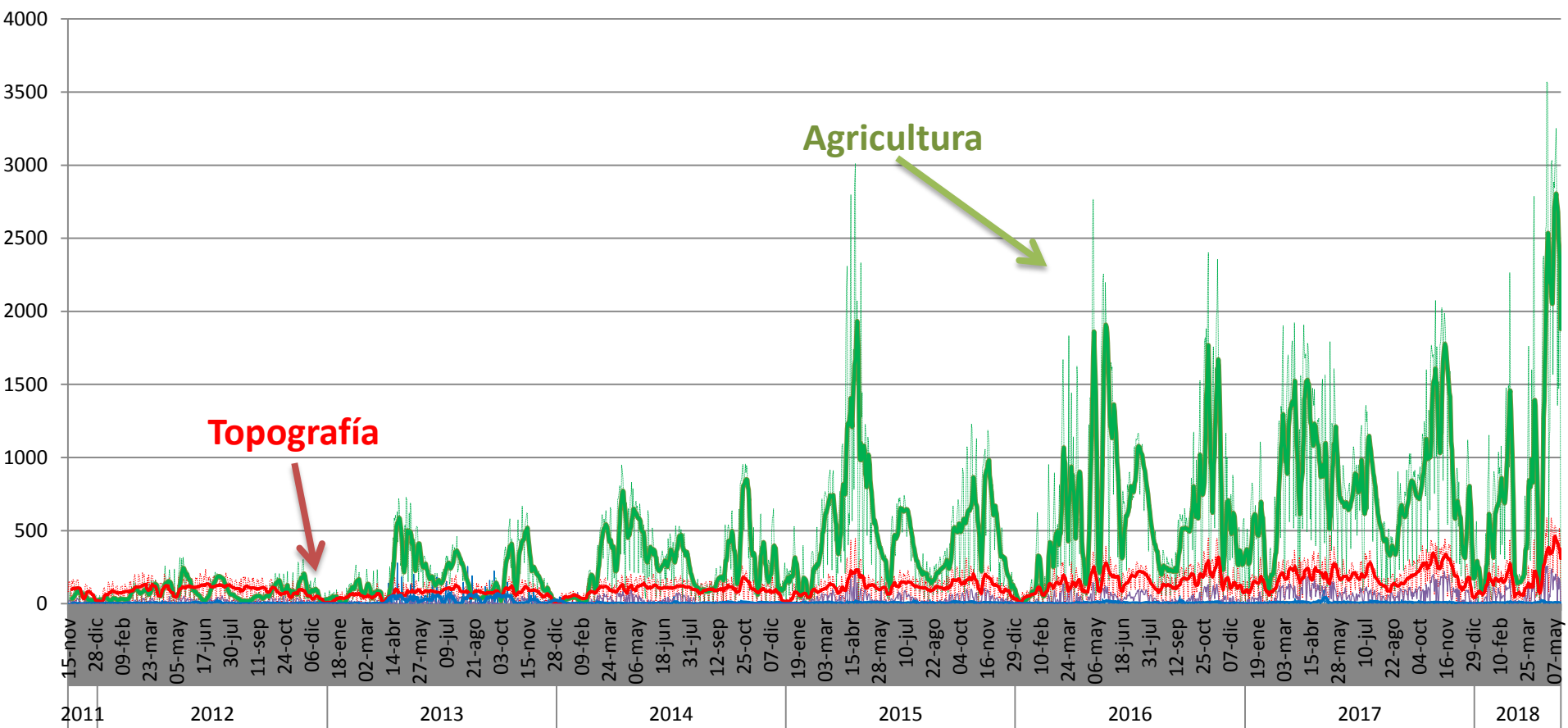
Fertilización diferenciada.
Fuentes: Imágenes de Satélite,
mapas de rendimientos
obtenidos con la cosechadora y
análisis de suelos.

Uso de la Red GNSS de CyL – Nº de horas por Sectores



Nº de horas diarias por Sectores

- Suma de HORAS_AGRICULTURA
- Suma de HORAS_TOPOGRAFIA
- Suma de HORAS_RESTO
- Suma de HORAS_DESCONOCIDAS
- 7 per. media móvil (Suma de HORAS_AGRICULTURA)

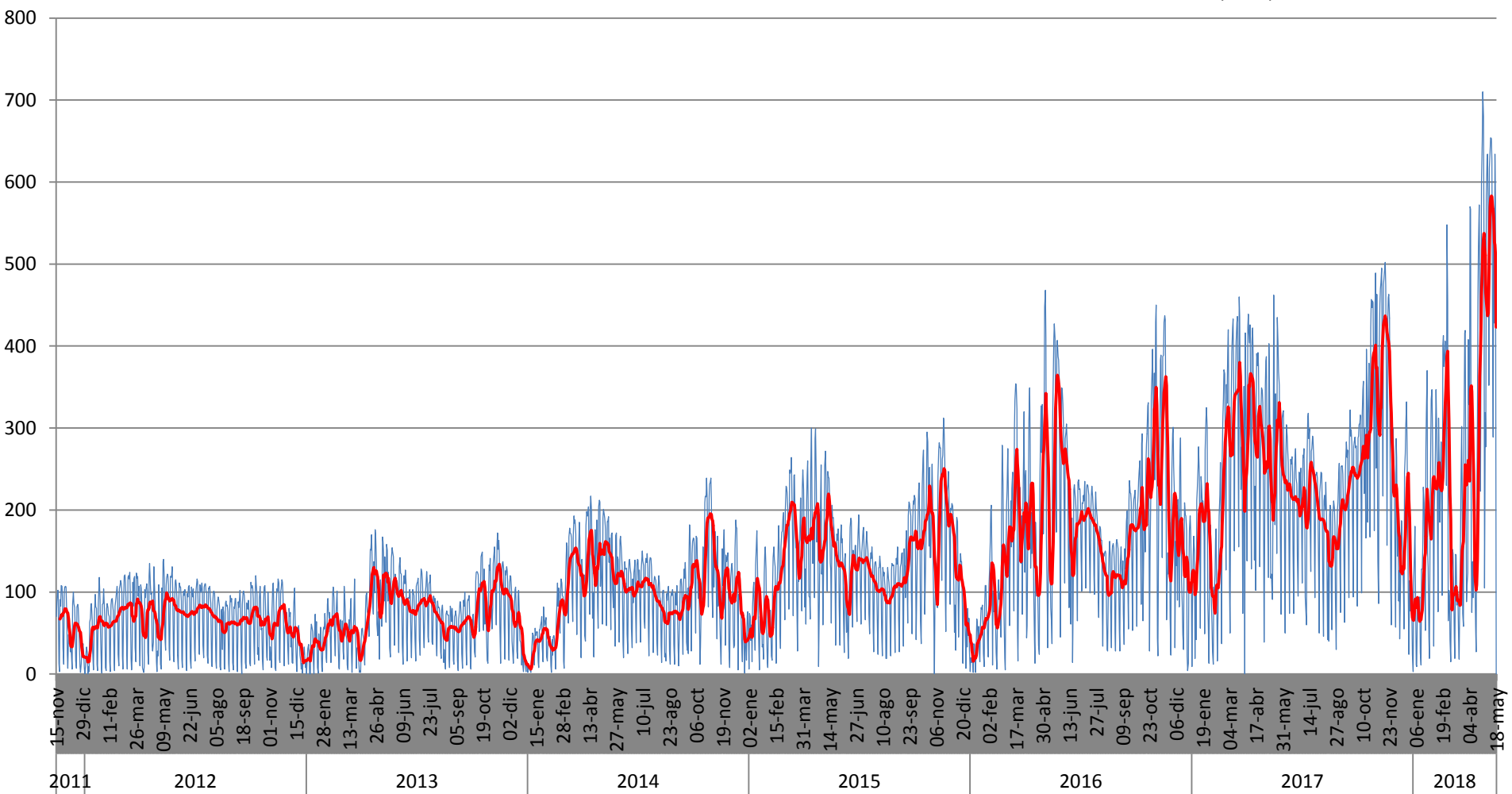


Uso de la Red GNSS de CyL – Nº de usuarios



Nº Usuarios Total

— Total
— 7 per. media móvil
(Total)



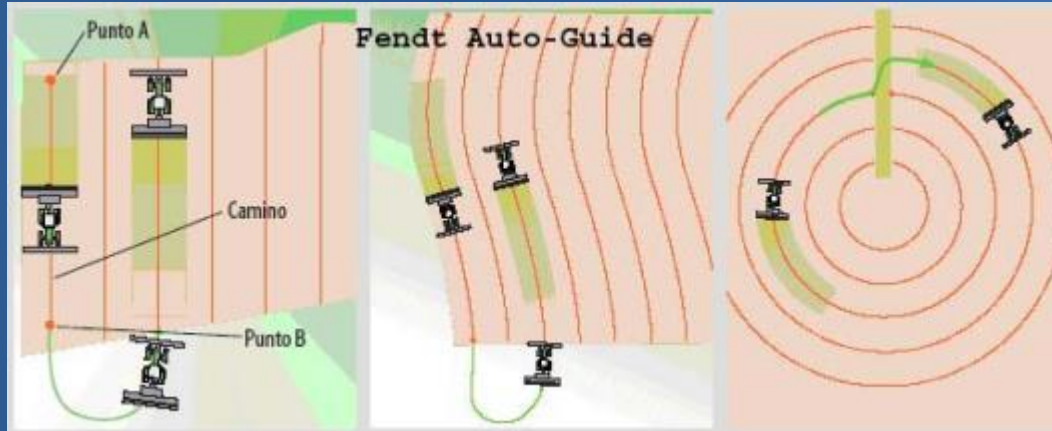
Sistemas de Guiado - Introducción



➤ Son sistemas que facilitan la tarea de conducción del vehículo.
Dos tipos:

- Sistemas de asistencia al guiado:
 - El tractorista percibe señales (barra de luces) y él conduce.
 - No necesitan gran precisión en el receptor GNSS
 - Sistemas económicos, en función de la precisión requerida
 - Adecuados para labores de fertilización y pulverización.
- Sistemas de guiado autónomo (autoguiado):
 - El tractor/máquina sigue automáticamente una trayectoria prefijada.
¡ Está prohibido que el tractorista se baje del vehículo!
 - La precisión requerida suele ser alta.
 - Alto coste de adquisición de los equipos, en función de la precisión
 - Se emplean en labores de mayor precisión: siembras, plantaciones de viñedos,...

Sistemas de Guiado - Ejemplos



Sistemas de Guiado - Beneficios – Posibles usos



- Beneficios respecto a conducción no asistida:
 - Mayor productividad: extiende las horas de trabajo, opera de noche
 - Mayor precisión, (según precisión del equipo instalado)
 - Mayor comodidad para el conductor, minimiza la fatiga
 - Mayor eficiencia, eliminando huecos, solapes. Dosificación ajustada
- El mejor sistema de guiado es el que se ajusta a las necesidades técnicas, de precisión y económicas. ¿Con qué maquinaria lo voy a utilizar? Posibles usos:
 - Solo asistencia al guiado o con autoguiado -> patrones necesarios
 - Conocer la superficie total/superficie tratada
 - Registrar el perímetro y las pasadas -> mapas
 - Monitor de rendimiento/otras variables -> mapas
 - Control de la dosis del producto aplicado
 - Contar el número de plantas

Sistemas de Autoguiado – Sensores/Actuadores



■ Sensores:

- Función: Obtención de los datos de navegación del vehículo:

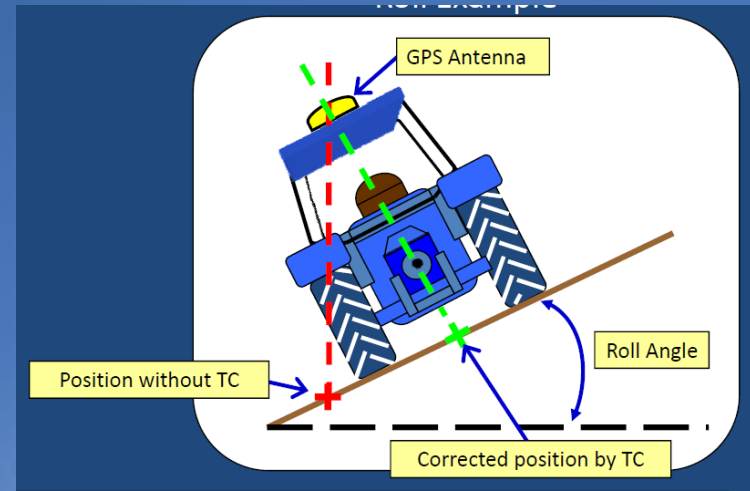
- Posición, Velocidad, Rumbo, Inclinación (Balance, Cabeceo).

- Tipos:

- Equipos de Navegación Global por Satélite (GNSS) : posición, velocidad, rumbo.

- Sistemas Inerciales (giróscopos): balance, cabeceo.

- Visión artificial, láser, sistemas mecánicos, por ultrasonidos, etc.



■ Actuadores:

- Función: conducir el vehículo de modo autónomo

- Tipos:

- Actuator al volante: volante eléctrico o con rueda dentada/motor acoplado.

- Actuator hidráulico a las electroválvulas que controlan la dirección.

- Actuator electrónico (ISOBUS/CANBUS steering) a las electroválvulas de dirección.

Precisión de los equipos de Navegación por Satélite (GNSS) aplicados a guiado de maquinaria agrícola



- Precisión submétrica:
 - Corrección diferencial DGPS gratuita por telefonía móvil (ITACyL), o por satélite (EGNOS, SF1, VBS)
 - Receptor con L1 (código o fase). Errores de 20 - 50 cm entre pasadas, según si sigue fase o no.
 - Adecuado para fertilizar y pulverizar.
- Precisión decimétrica:
 - Corrección diferencial de pago, tipo PPP (Precise Point Positioning), (Omnistar HP/XP, SF2, CenterPoint RTX). Es corrección por Satélite.
 - Receptor con L1+L2 (fase). Error absoluto de 5-10 cm.
 - Adecuado para fertilizar, pulverizar y sembrar.
- Precisión centimétrica:
 - Corrección diferencial RTK. Gratuita por ITACyL. Es corrección por telefonía móvil.
 - Receptor con L1+L2 (fase). Error absoluto de 2 cm. **Existe RTK con L1.**
 - Adecuado para fertilizar, pulverizar, sembrar cultivos de alto valor y realización de labores entre líneas.

Correcciones por Satélite (PPP de pago) Vs. RTK por telefonía móvil (red ITACyL): Ventajas e Inconvenientes



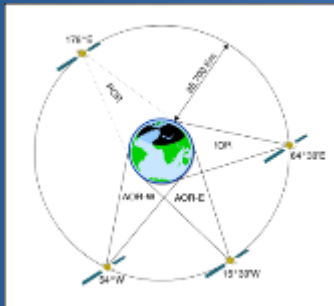
Satélite (PPP de pago). Proveedores: Omnistar HP, JD SF2, Trimble RTX

Ventajas:

- Cobertura casi planetaria
- Sistema muy robusto

Inconvenientes:

- Servicio de pago > 1.000 € año
- Menos preciso (5 cm máximo en planimetría, 15 en altimetría)
- Tiempo largo de inicialización: 30 min.
- Problemas de cobertura con obstáculos al sur (enmascaran la señal).
- Correcciones y frecuencias sin estandarizar (cliente cautivo).
- No es interactivo. El equipo/usuario no se puede comunicar con el proveedor.



RTK por Internet (Telefonía Móvil). Proveedor: ITACyL: Red GNSS de CyL

Inconvenientes:

- Existen lugares sin cobertura de telefonía.
- Sistema no tan robusto.

Ventajas:

- Servicio gratuito (ITACyL), solo se paga al proveedor de Internet (aprox 6 €/mes).
- Muy preciso (2 cm planimetría y altimetría)
- Tiempo de inicialización < 1 min.
- No necesita de horizonte despejado. Funciona hasta en interiores.
- Correcciones estandarizadas. Puedes conectar con cualquier equipo estándar.
- Es interactivo, permite conocer la posición del usuario y enviarle información local RTK.
- La conexión de Internet es útil para otros usos como informar sobre el estado de la máquina.



Correcciones RTK con base propia Vs. la Red GNSS de CyL



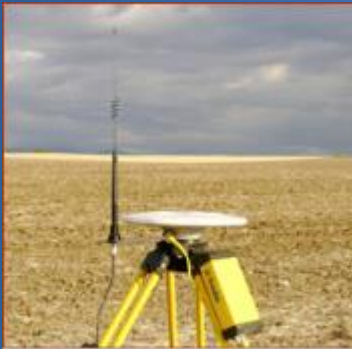
Estación de referencia propia

Ventajas:

- Independencia total. Funciona sin cobertura de telefonía

Inconvenientes:

- Debes afrontar los costes de mantenimiento y amortización del equipo y la radio (Adquisición 12.000 €)
- Te pueden robar el equipo
- Puedes tener problemas de cobertura por la radio UHF o legales por potencia excesiva
- Si mueves la base tienes saltos de coordenadas en cada instalación



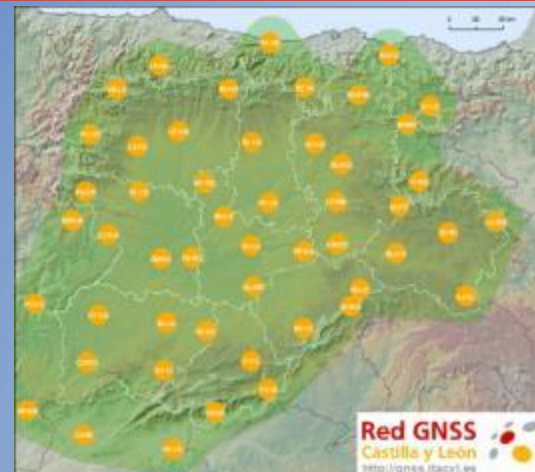
Red GNSS de CyL (ITACyL)

Ventajas:

- Solo necesitas adquirir el modem o usar un teléfono móvil compatible
- No tienes que preocuparte del mantenimiento de las estaciones
- Las coordenadas son totalmente estables en el tiempo.

Inconvenientes:

- Existen lugares sin cobertura de telefonía.
- Hay que pagar los gastos de conexión a Internet (aprox 6€/mes)



Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)

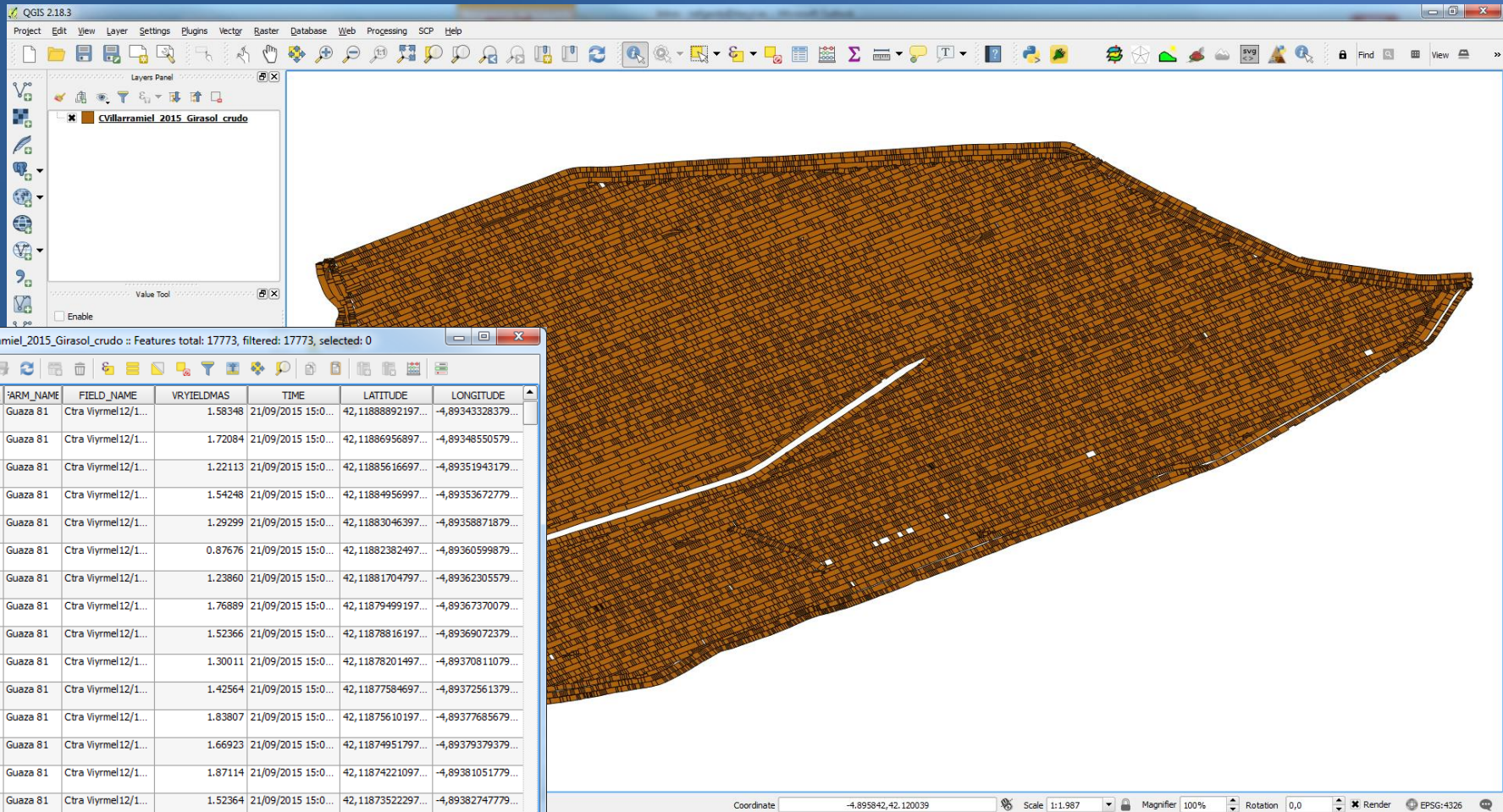


Ejemplo de prescripción de abonado de fondo en girasol (25 ha) de secano en Guaza (Palencia)

- Objetivo de producción medio de 1,5 t/ha (elevado)
- Generación de mapa objetivo a partir de datos de cosechadora con monitor de rendimiento en las campañas 2014 (trigo), 2015 (girasol con producción media 1,08 t/ha), 2016 (cebada) **HOMOGÉNEIZACIÓN DE CULTIVOS.**
- Cálculo de necesidades de fertilización según extracciones del cultivo de diversos autores (35-18-35)UF/t
- Modificación de las necesidades de los cultivos a partir de textura, pH y fertilidad del suelo a partir de análisis de laboratorio en rejilla de 100x100m (ITAGRA-Palencia).
- Generación de mapas para su carga en la máquina de aplicación.



Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)

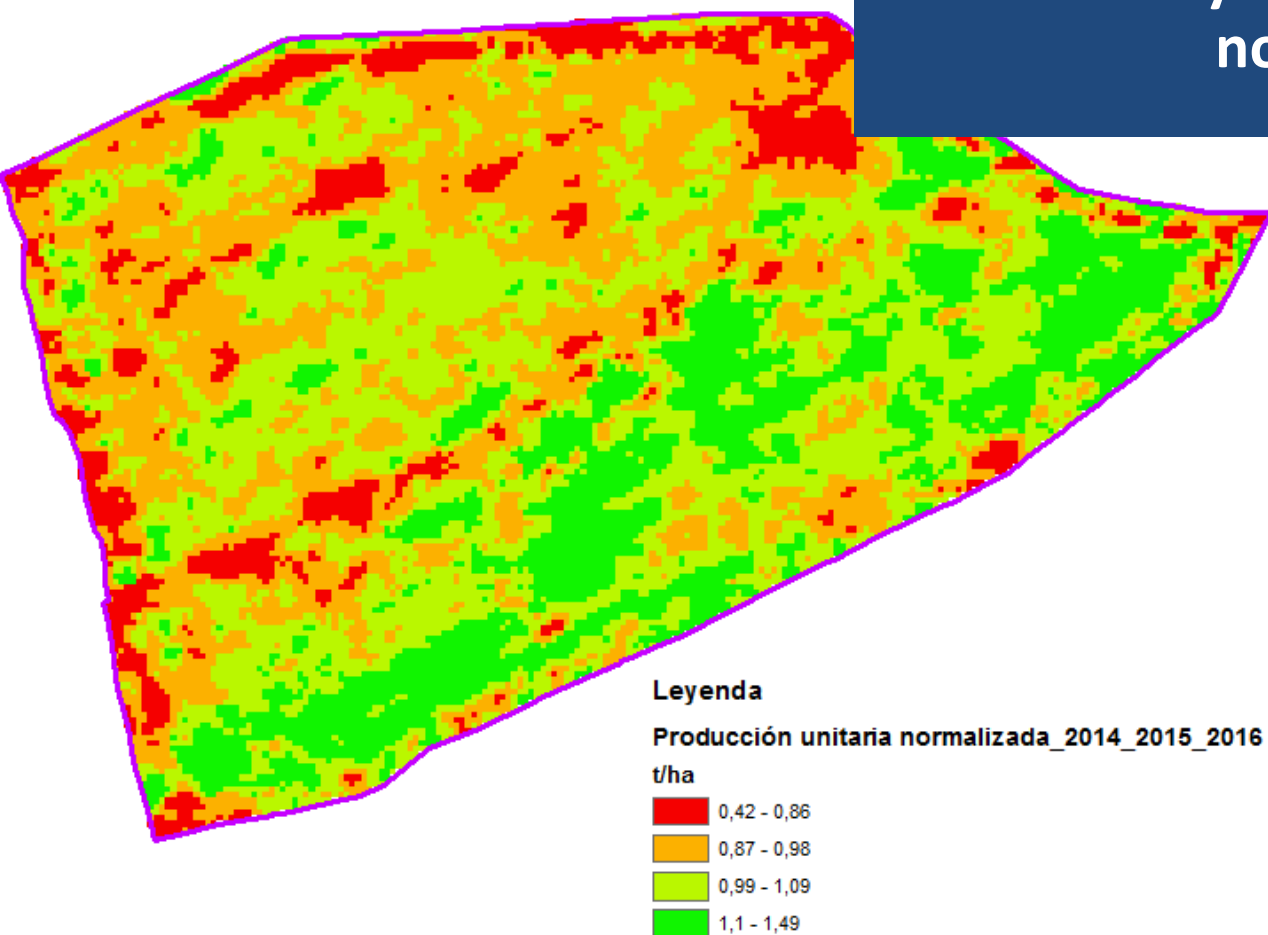


Datos brutos extraídos del monitor
de rendimiento de la cosechadora
2015 GIRASOL

Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)



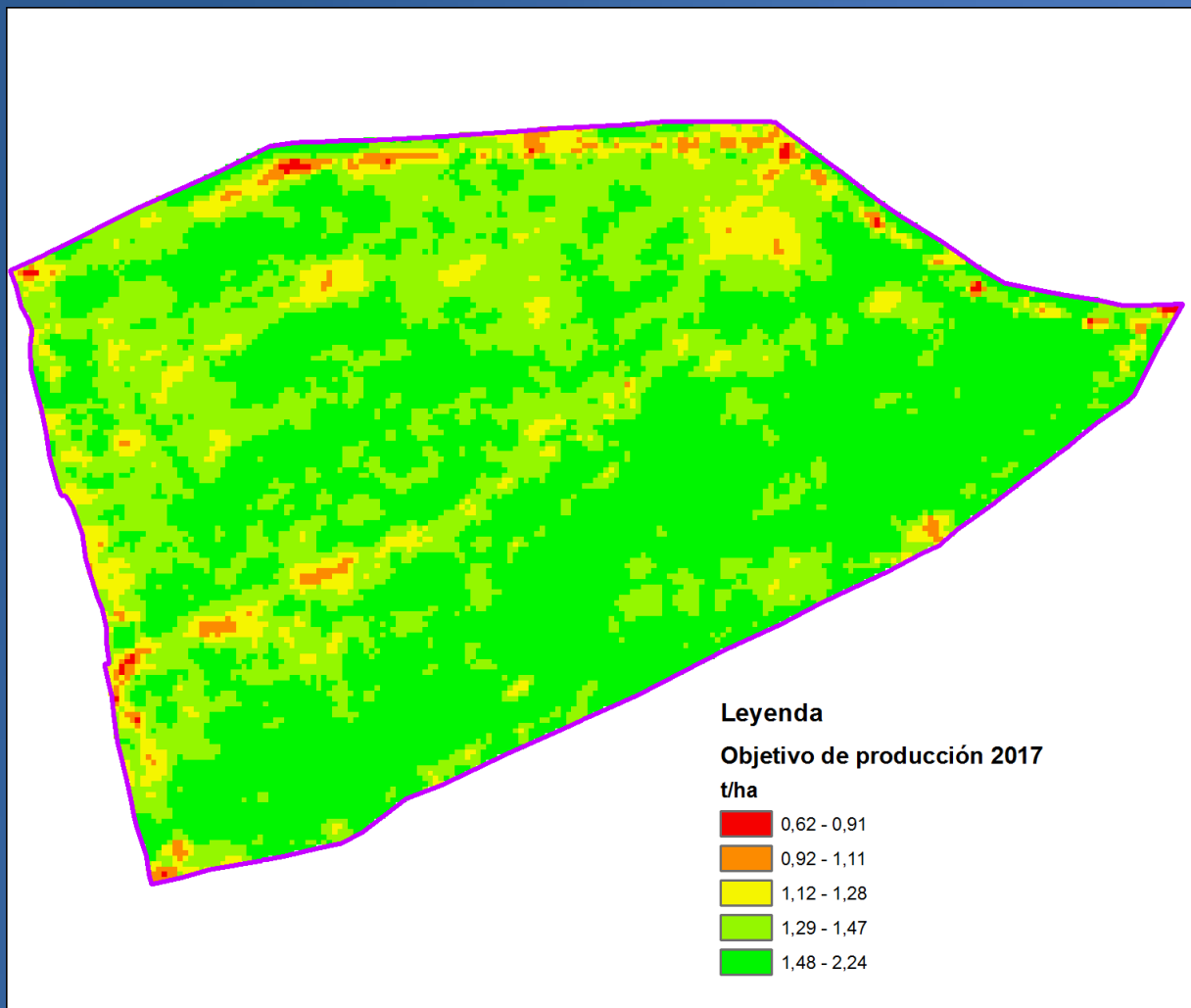
Mapa de producción unitaria
(potencialidad) mediante la
agregación de los mapas de 2014,
2015 y 2016 previamente
normalizados



Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)



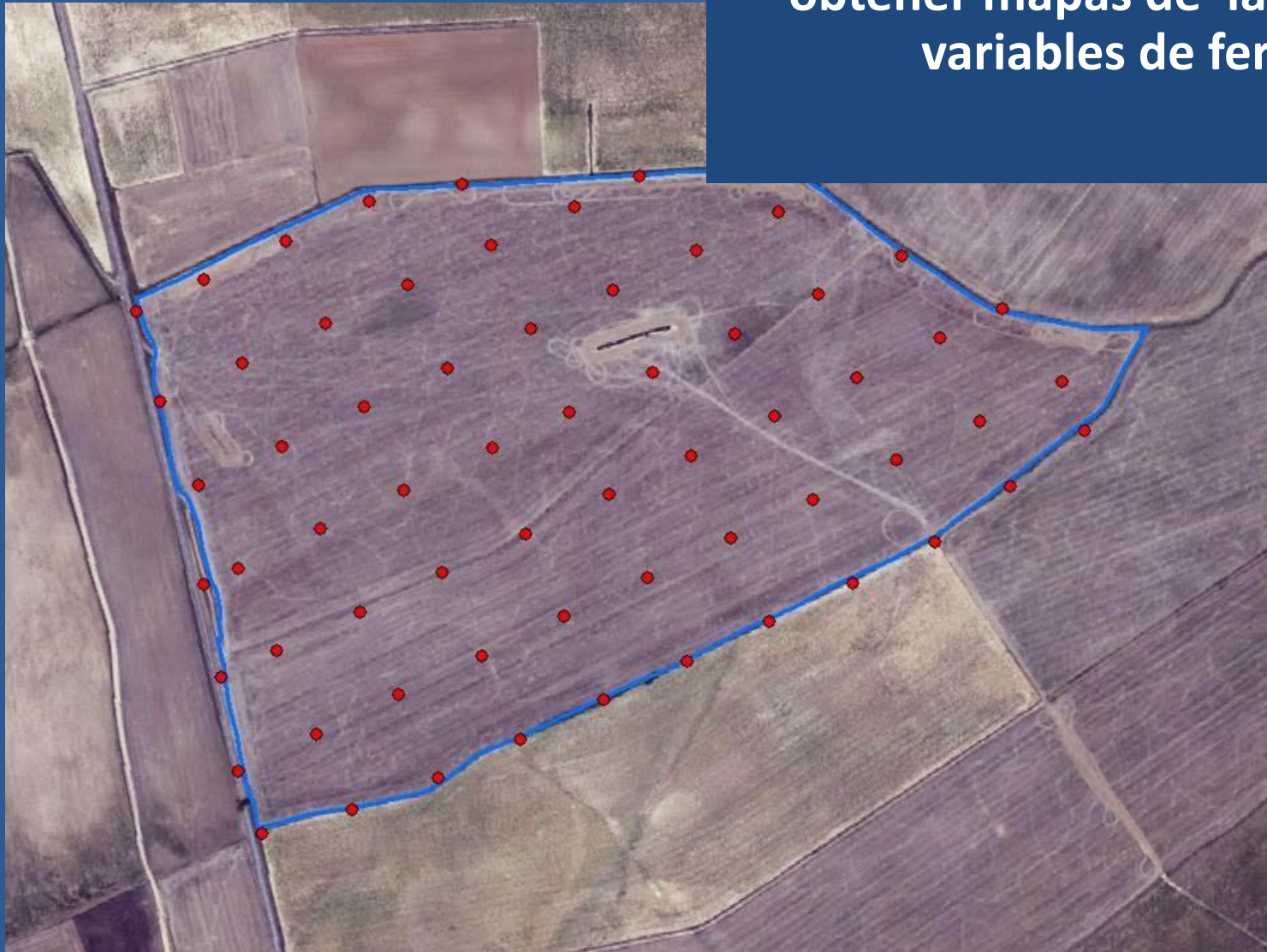
Mapa objetivo de producción = Mapa de producción unitario x 1,5 t/ha)



Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)



Muestreo del suelo en rejilla para
obtener mapas de las principales
variables de fertilidad



Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)

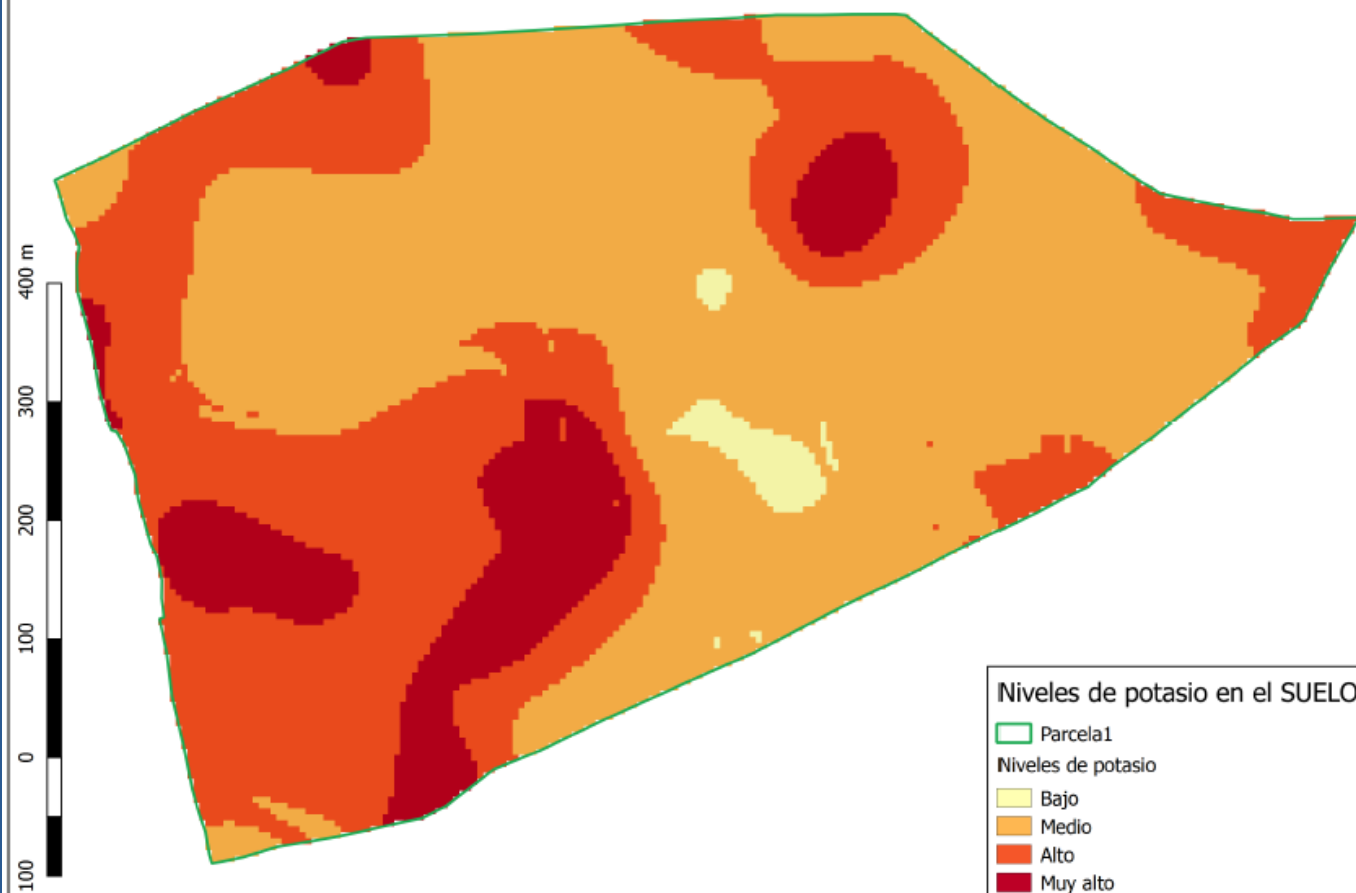


Mapa interpolado a partir de los
datos de muestras de suelo
obtenidas en rejilla

Elaborado por el ITACyL en marzo de 2017.

Para establecer los niveles de fertilidad, se han tenido en cuenta los tipos de textura (simplificada) de la parcela.

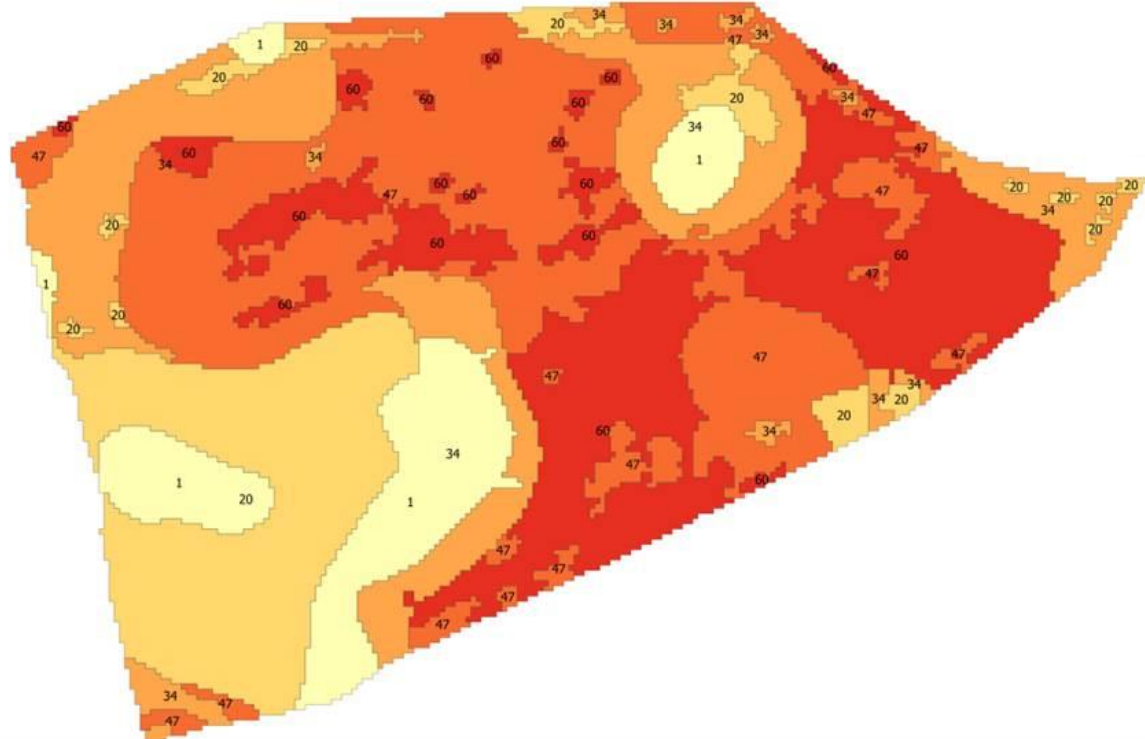
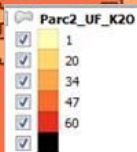
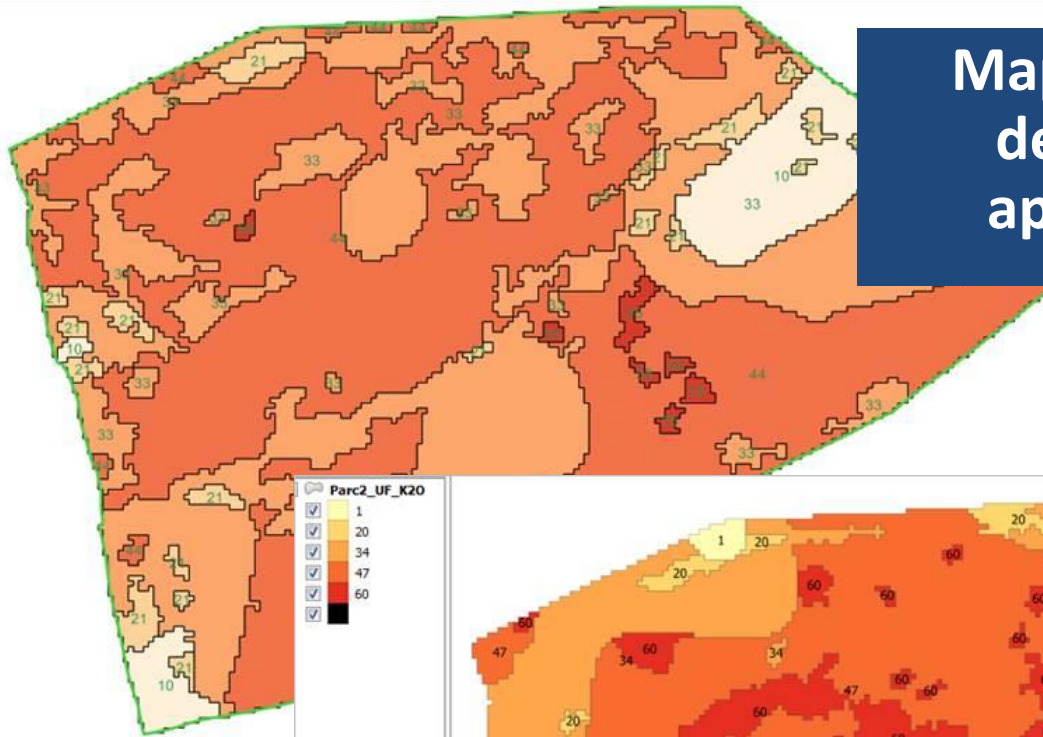
PARCELA 1. NIVELES DE POTASIO EN EL SUELO.



Sistemas de dosificación variable (Fert. de fondo)



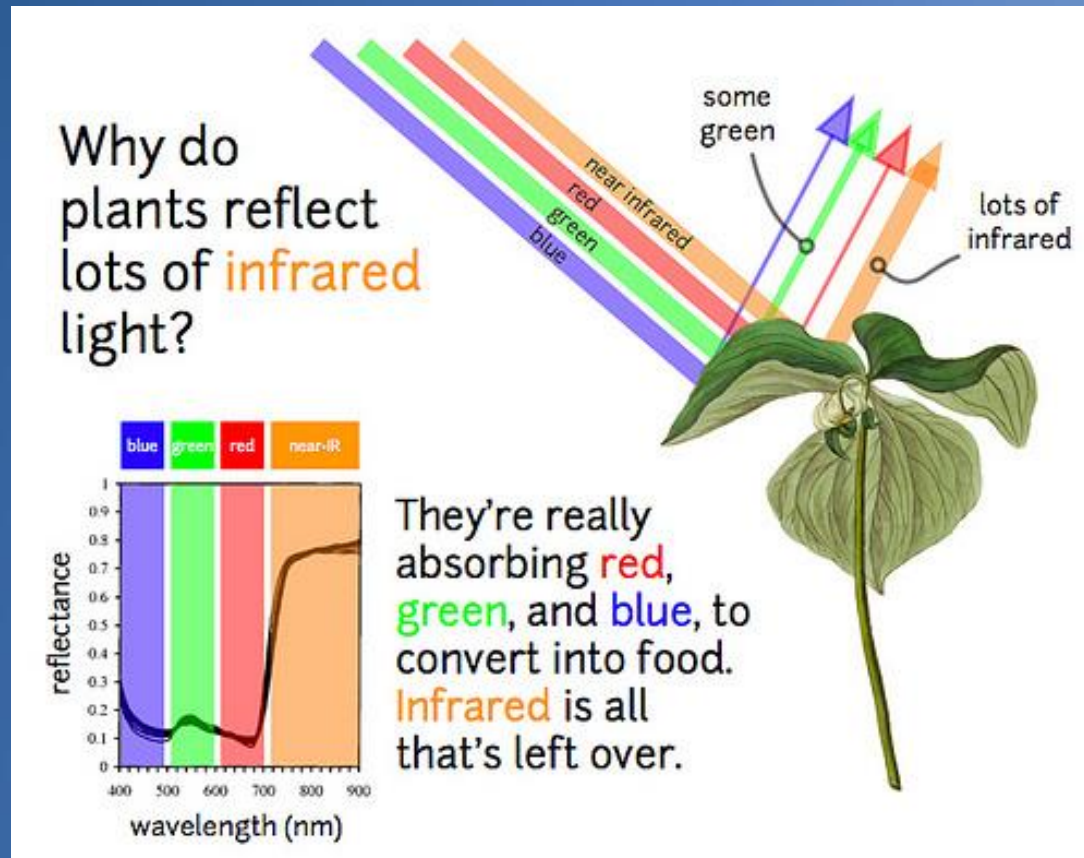
Mapas de dosificación
de fertilizante para
aplicación en fondo



Teledetección. Comportamiento de la vegetación



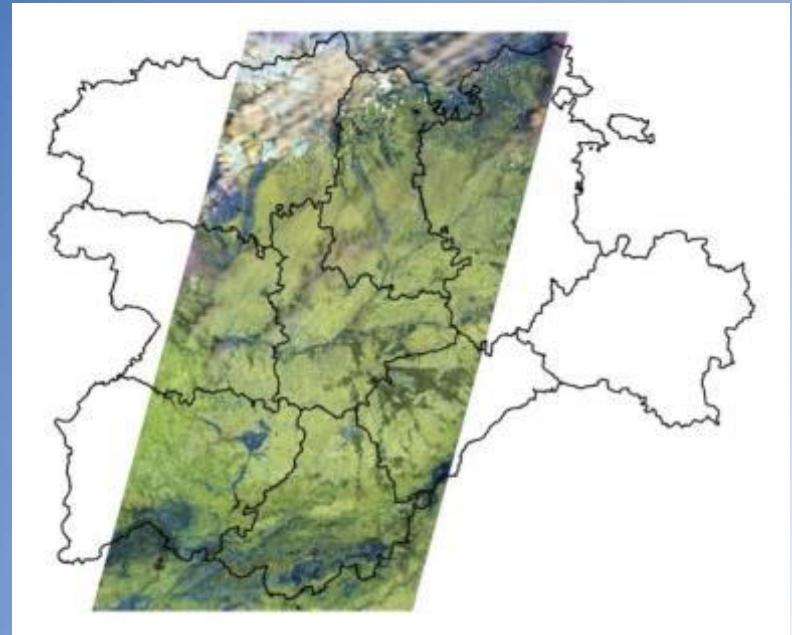
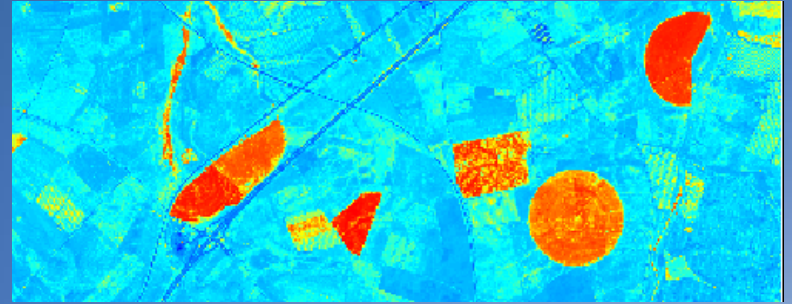
- La respuesta del rojo e infrarrojo es un buen indicador del estado de la vegetación.
- Las imágenes de satélite son una fuente de información sobre la variabilidad espacial y temporal de los cultivos.



Teledetección. Consideraciones importantes



- Es muy difícil determinar solo con teledetección el origen de un posible problema. **Es un complemento.**
- Las **malas hierbas** producen una respuesta espectral similar a la del cultivo.
- Las imágenes de satélite son una herramienta que facilita el **seguimiento frecuente** de grandes superficies de cultivo.
- La creación de **zonas de manejo** para la aplicación de dosis variables es un técnica relativamente sencilla.



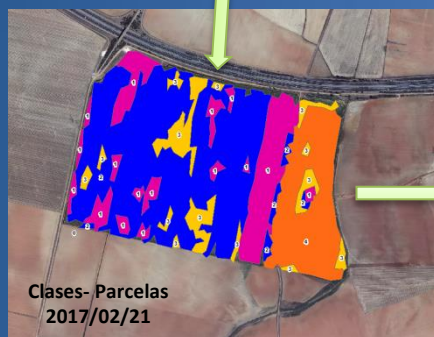
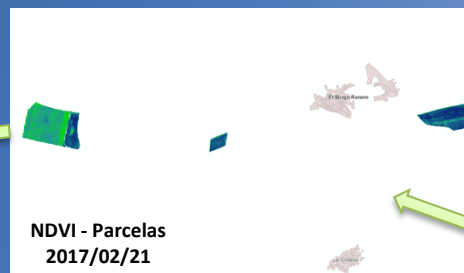
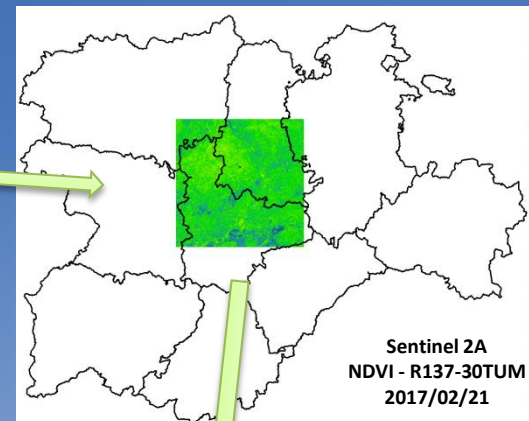
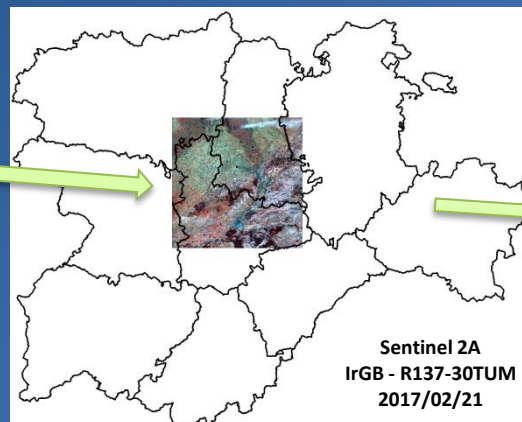
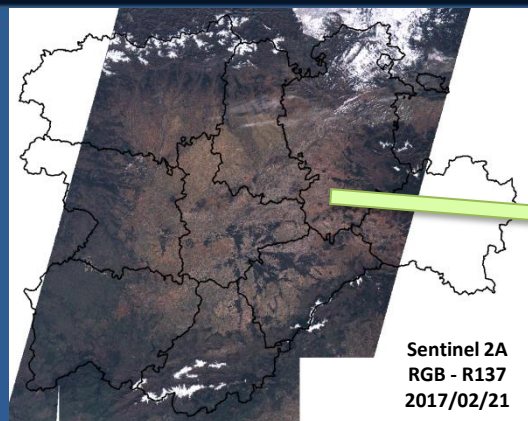
Sistemas de dosificación variable (Fert. en cobertera)



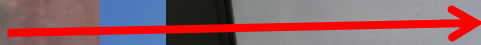
- Ejemplo de prescripción de abonado nitrogenado en cobertera para un trigo en regadío en Villamoratiel de las Matas (León)
 - Imagen de satélite de Sentinel 2-A de 21 de febrero de 2017
 - Generación de NDVI a partir de reflectividad TOA
 - Clasificación en 4 grupos mediante K-means
 - Vectorización y carga de datos en la aplicación de gestión de la máquina
 - Aplicación de fertilización nitrogenada líquida en cobertera el 3 de marzo de 2017.



Sistemas de dosificación variable (Fert. en cobertera)



Carga de los datos en la pantalla del tractor y realización de la labor





Informe de la labor realizada

Información de cliente:

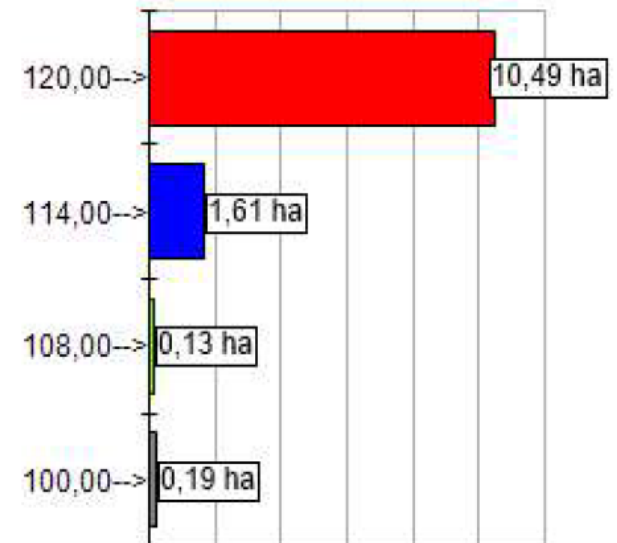
Cliente: XXXXXXXXXX
Granja: Villamoratiel
Campo: Pivot Villamoratiel

Información de campo:

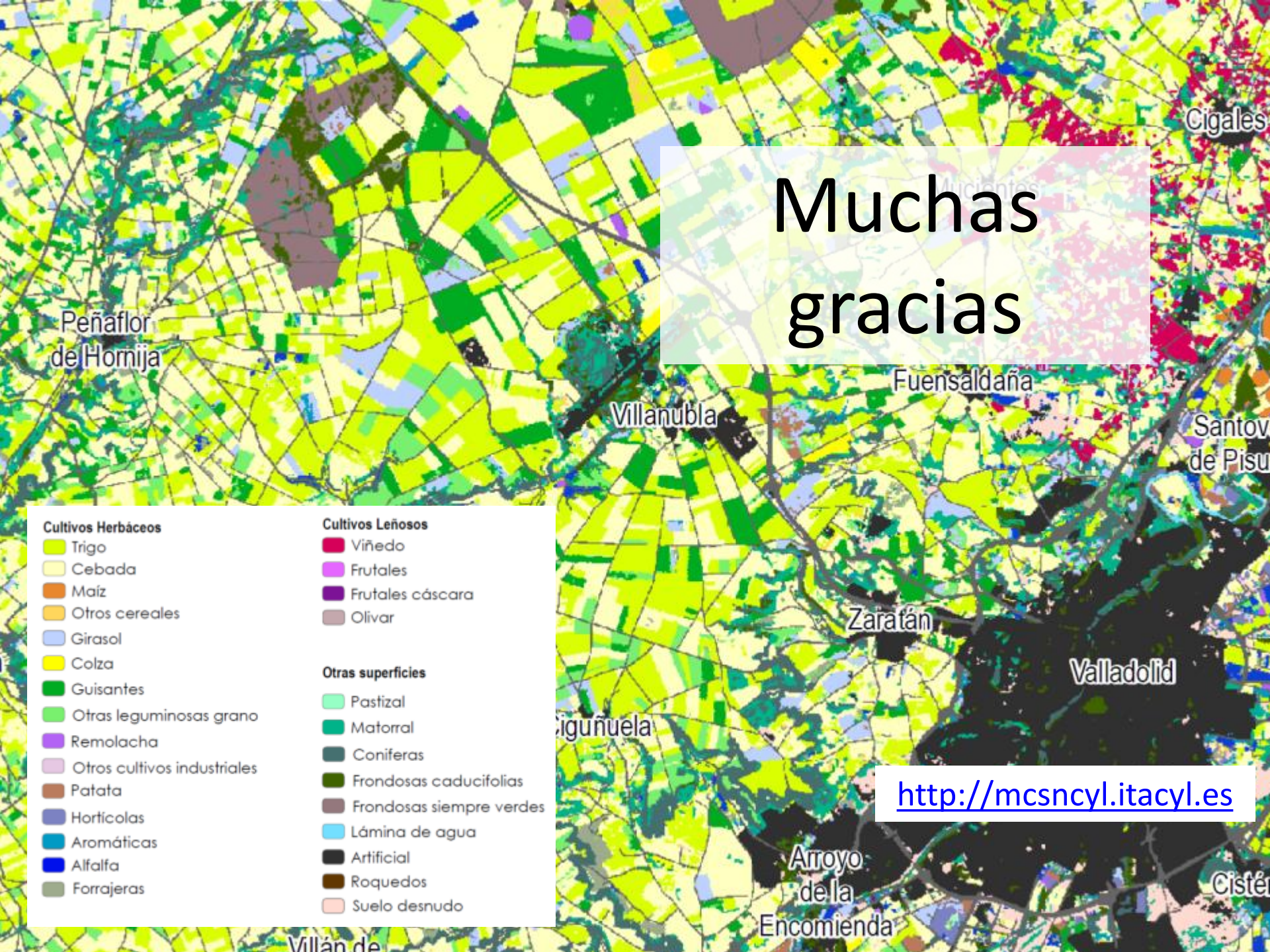
Prescripción: gestion nitrogeno
Campaña: 2017
Tipo Rx: Fertilizante por volumen
Tipo de producto: Fertilizante
Nombre producto: N32%
Promedio: 118,8 l/ha
Dosis al perder la señal de GPS: 100,0 l/ha
Dosis fuera de campo: 0,0 l/ha
Superficie: 12,42 ha
Total necesario: 1.475,4 l

Información de leyenda:

Unidades = l/ha



La info de campo y la leyenda se aplican sólo a una capa de mapa activa.



Muchas
gracias

Cultivos Herbáceos	Cultivos Leñosos
Trigo	Viñedo
Cebada	Frutales
Maíz	Frutales cáscara
Otros cereales	Olivar
Girasol	
Colza	
Guisantes	
Otras leguminosas grano	
Remolacha	
Otros cultivos industriales	
Patata	
Hortícolas	
Aromáticas	
Alfalfa	
Forrajeras	
	Otras superficies
	Pastizal
	Matorral
	Coníferas
	Frondosas caducifolias
	Frondosas siempre verdes
	Lámina de agua
	Artificial
	Roquedos
	Suelo desnudo

<http://mcsncyl.itacyl.es>