

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



## DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA POTENCIAR EL USO DE LAS HERRAMIENTAS TIC EN LA APLICACIÓN DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

2018-1-ES01-KA202-050709

### **Caso 1 Norte de Europa: Aplicación de dosis variable de fertilizantes nitrogenados**

#### **Pautas para el TUTOR**

Autores: AU

Fecha: Junio 2020

*Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente la opinión del autor, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.*

# Contenido

<b>1</b>	<b>Objetivo</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Directrices</b> .....	<b>2</b>
2.1	Información practica.....	2
2.2	Agenda sugerida .....	3
2.3	Objetivos de aprendizaje.....	3
<b>3</b>	<b>Ejercicio</b> .....	<b>3</b>
3.1	Objetivo.....	3
3.2	Instrucciones para el ejercicio .....	3
<b>4</b>	<b>Información general para el profesor</b> .....	<b>6</b>

**Nota para el profesor:** Este documento contiene principalmente la misma información que el documento "Orientaciones para los alumnos", excepto la sección 4 "Información de fondo para el profesor."



## 1 Objetivo

El objetivo del Caso 1 del Paquete de Formación 4 sobre Dispositivos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es presentar una de las tecnologías más importantes de la Agricultura de Precisión (AP): la Aplicación a Ritmo Variable (ARV) del fertilizante nitrogenado. La aplicación variable de otros productos para la regulación del crecimiento de los cultivos (como la siembra, la pulverización de fungicidas, plaguicidas y herbicidas, la cal, la regulación del crecimiento, etc.) son también técnicas relevantes en la AP, por lo que la aplicación variable de fertilizantes nitrogenados debe considerarse sólo un ejemplo de la ARV.

En esta actividad se presentará la teoría en la que se basa la aplicación de dosis variables de fertilizantes nitrogenados y los beneficios esperados. Se mostrará el software para la creación de mapas de aplicación de tasa variable. En los ejercicios los estudiantes trabajarán juntos para crear y modificar los mapas de aplicación de fertilizantes.

## 2 Directrices

### 2.1 Información práctica

- **Grupo objetivo principal:** Asesores agrícolas, extensionistas, agricultores y otros profesionales de la agricultura que estén interesados en la VRA y en cómo beneficiarse de ella
- **Duración prevista:** 4 horas
- **Preparativos de los alumnos antes del curso:**
  - Traer un ordenador personal con acceso a Internet y una memoria USB
  - Si quiere trabajar en campos específicos: traiga un plan de fertilización para los campos.
  - Si tiene equipo para VRA: Averigüe qué formato de datos requiere el equipo. Averigüe cómo se cargan los archivos de aplicación de fertilización en el terminal del tractor
- **Tarea para después del curso:**
  - Practicar la creación de otros campos de fertilización VRA
  - Intercambiar experiencias prácticas con otros participantes:  
¿Funcionaron el software y el equipo de fertilización como se esperaba? ¿Fue la aplicación de tasa variable una ventaja?  
¿Qué se puede mejorar el próximo año?
- **Software:** La conferencia y el ejercicio de este curso utilizan principalmente los productos CropManager y CropSat, pero pueden

intercambiarse por otros productos de software alternativos que se adapten mejor a las condiciones locales y al idioma.

## 2.2 Agenda sugerida

1. Bienvenida y presentación de los participantes (10 minutos)
2. Breve presentación de la Plataforma de e-formación AgrICT, de los cinco paquetes de formación (TPs) de la plataforma, y de este estudio de caso como parte del TP4 (TIC) (10 mins)
3. El programa de hoy y la alineación de las expectativas (10 minutos)
4. Conferencia: La teoría detrás de la aplicación de tasa variable de fertilizante nitrogenado y los beneficios esperados (60 mins)
5. Presentación del software para la creación de mapas de aplicación de tasa variable utilizado en los ejercicios (15 min.)
6. Repaso de las instrucciones del ejercicio y composición de los grupos (1-3 personas) para el ejercicio (15 mins)
7. Ejercicio (90 min.)
8. Preguntas, aclaraciones y conclusión (30 min.)

## 2.3 Objetivos de aprendizaje

- Los participantes serán capaces de comprender el principio del "desarrollo en tres pasos" de los mapas de aplicación de dosis variable
- Los participantes comprenderán el principio básico de la redistribución del nitrógeno en un campo
- Los participantes comprenderán por qué la redistribución del fertilizante aumentará el rendimiento y reducirá la lixiviación del nitrógeno
- Los participantes serán capaces de elaborar mapas de fertilización de tasa variable siguiendo "los tres pasos".

# 3 Ejercicio

## 3.1 Objetivo

Para crear un mapa de aplicación de tasa variable para un campo y descargar el mapa en un archivo a una unidad flash USB.

## 3.2 Instrucciones para el ejercicio

El mapa VRA se crea siguiendo los tres pasos siguientes: 1. Determinar la

necesidad media de nitrógeno del campo, 2. Preparar un mapa de aplicación, 3. Realizar los ajustes manuales. Los tres pasos se llevan a cabo siguiendo los 10 pasos detallados a continuación.

1. Seleccione un campo para el que desee realizar un mapa VRA para la aplicación de la fertilización nitrogenada. Dependiendo de la época del curso y del cultivo en el campo, podría ser la primera aplicación de nitrógeno al trigo de invierno o a la colza de invierno en primavera (si el curso se realiza en enero-febrero) o la tercera aplicación en el trigo de invierno.
2. Encuentre el mapa de biomasa más adecuado para utilizarlo como base para el VRA. Los mapas se pueden encontrar en CropSAT o CropManager.
  - a. Trigo de invierno y colza de invierno, primera aplicación: Seleccione el último mapa disponible del otoño. Es importante elegir un mapa de un periodo en el que el cultivo aún no esté afectado por las heladas o la nieve.
  - b. Trigo de invierno, tercera aplicación: Aquí se selecciona un mapa tomado lo más cerca posible de la fecha de aplicación. En caso de que haya estado nublado, se pueden utilizar mapas de hace 2-3 semanas. Si el ejercicio se realiza durante la temporada baja, se puede utilizar un mapa de un año pasado, y suponer (para el ejercicio) que la fertilización es para ese año, por ejemplo, el 15 de mayo.
3. Estimar la variación en el campo y determinar si el VRA es relevante. La variación puede estimarse a partir de un mapa de biomasa en CropSAT observando los pasos entre los niveles de los cinco niveles de NDVI en la escala del campo. Regla general:
  - a. Pasos por debajo de 0.02:  
Baja variación → VRA no es relevante
  - b. Pasos entre 0.02 and 0.04:  
Alguna variación → VRA puede ser relevante
  - c. Pasos por encima de 0.04:  
Gran variación → VRA es muy relevante
4. Ahora la preparación del mapa de aplicación comienza con el **paso 1**.  
 Busque el campo deseado en el plan de fertilización en el SIF y encuentre la necesidad de nitrógeno planificada. Es probable que ya se hayan planificado las fechas y los niveles de nitrógeno para una o tres aplicaciones. Estas deben ser reconsideradas. En la práctica, es probable que esto ocurra en estrecha colaboración con el asesor agrícola en el SIF. Las siguientes condiciones pueden incluirse en la reconsideración:
  - a. ¿Es correcto el nivel de rendimiento estimado, basado en las condiciones actuales del campo?
  - b. ¿Se ha utilizado el historial del campo para determinar las necesidades de nitrógeno?
  - c. ¿Se espera que la mineralización del nitrógeno durante la temporada de



- crecimiento sea alta o baja?
- d. ¿Se han determinado correctamente las cantidades de purines, el contenido de nitrógeno y la tasa de utilización de los mismos?
  - e. ¿Debe dividirse la fertilización nitrogenada en una o varias aplicaciones?
  - f. ¿El cultivo es más fuerte o más débil de lo habitual y esto debería influir en la estrategia de aplicación?
  - g. Recuerde que, tras el ajuste, la necesidad total de nitrógeno del plan de fertilización debe ajustarse a la cuota de nitrógeno de la explotación.
5. Una vez actualizado el plan de fertilización, determine la demanda de nitrógeno para la aplicación para la que se quiere hacer un mapa VRA. Esta es la demanda media de nitrógeno que queremos satisfacer. Ahora podemos hacer un mapa VRA (**paso 2**). Utilice el mapa de biomasa elegido para hacer un mapa de aplicación siguiendo el "principio de Robin Hood". En CropSAT y CropManager puede elegir algoritmos automáticos:
- a. CropManager encontrará automáticamente la cantidad de nitrógeno para el suministro de fertilizantes correspondiente en el plan de fertilización y creará el mapa de aplicación basado en él.
  - b. CropSAT sugerirá una cantidad de nitrógeno. Para la primera aplicación en el trigo de invierno o en la colza de invierno, la cantidad sugerida depende del NDVI de la zona (alta cantidad de nitrógeno para un NDVI bajo). Para una tercera aplicación en el trigo de invierno, se propone una cantidad fija de 40 kg de N por ha. Estas cantidades sugeridas pueden ajustarse a las cantidades reales.
6. Una vez preparado el mapa de aplicación "en bruto", llega el momento del paso 3, en el que el mapa debe revisarse cuidadosamente y ajustarse manualmente cuando sea necesario. Normalmente, los ajustes consistirán en reducir la tasa de nitrógeno en las zonas en las que las condiciones de crecimiento no son lo suficientemente buenas como para garantizar una respuesta completa. Aquí, una tasa alta será un desperdicio de nitrógeno y de dinero, y puede dar lugar a la lixiviación de nitrógeno. Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:
- a. ¿Se puede esperar una respuesta completa en las cabeceras y a lo largo de las vallas y similares?
  - b. ¿Hay zonas húmedas en las que el crecimiento del cultivo se ve claramente afectado por el agua? Puede tratarse de zonas bajas o con mal drenaje.
  - c. ¿Hay zonas en el campo en las que el crecimiento y el rendimiento se ven obstaculizados por la mala estructura del suelo? Por ejemplo, zonas del campo con mucho tráfico de máquinas
  - d. ¿Existen zonas afectadas por el síndrome invernal o por una grave



- carencia de manganeso?
- e. ¿Existen zonas en las que se espera que el rendimiento se vea reducido por daños, como babosas, caracoles, raíz del garrote o una mala germinación?
  - f. ¿Hay zonas en el campo en las que se produzcan a menudo casos de encamado? Por ejemplo, en zonas bajas.
7. Estas zonas pueden dibujarse en el mapa y la demanda de nitrógeno inicialmente propuesta (que normalmente será demasiado alta) se sobrescribe con una cantidad inferior. Por lo general, uno se conformará con 0-40 kg de N por ha en dichas zonas.
  8. Después de realizar los ajustes, normalmente se comprobará que la demanda media de nitrógeno del campo es ahora inferior a la prevista inicialmente. Ahora debe decidirse si las cantidades de nitrógeno ahorradas en las zonas ajustadas deben distribuirse a las zonas normales del campo o si el fertilizante debe eliminarse completamente del campo.
    - a. Si el fertilizante debe distribuirse a las otras partes del campo para que la aplicación media de nitrógeno se ajuste a la cantidad prevista en el plan de fertilización, en la mayoría de los programas puede ajustarse automáticamente, de manera que la cantidad vuelva a ajustarse a la prevista.
    - b. Si el estiércol va a ser retirado del campo, simplemente hay que aceptar que la aplicación media de nitrógeno es ahora inferior a la prevista inicialmente.
  9. Para algunos programas de software, puede ser necesario cambiar los pasos 2 y 3, y puede ser necesario incluir otros parámetros y mapas en lugar de sólo el NDVI. Por ejemplo, los mapas de rendimiento de años anteriores y los mapas de elevación pueden ser valiosos si están disponibles.
  10. Cuando se ha ajustado la cantidad total de nitrógeno, el mapa de aplicación final está listo para guardarse en un archivo que puede almacenarse en la tarjeta flash USB.
- Repite el ejercicio para otros campos y cultivos si hay tiempo para ello.

#### 4 Información general para el profesor

No se trata de una guía sobre cómo aplicar un software específico para la planificación de la fertilización, sino de una guía sobre las consideraciones que deben hacerse, independientemente de la herramienta de software que se utilice. Es posible seguir la guía utilizando una herramienta de software alternativa. En ese caso, se recomienda añadir información sobre cómo utilizar la herramienta concreta, paso a paso. Asimismo, el mapa puede



realizarse para diversos cultivos, pero aquí se ha seleccionado el trigo de invierno como ejemplo.

Le recomendamos que revise las instrucciones de los ejercicios antes del curso y realice los ajustes necesarios para adaptarlos al contexto del curso (tiempo disponible, programas informáticos aplicados, conocimientos y experiencia de los participantes, etc.)

También le recomendamos que realice el ejercicio en grupos de dos participantes, preferiblemente de forma que se cree al menos un campo para cada participante.