

## **ANÁLISIS DE EXPERIENCIA DE FERTILIZACIÓN VARIABLE EN REMOLACHA**

Autor: Jorge Miñón (Dr. Ingeniero agrónomo), losody Silva (Dr. Ingeniera ambiental)

Contacto: jorge.minon@agrae.es

La experiencia se ha desarrollado en una parcela de la Cooperativa Santa Bárbara de Cordovilla la Real (Palencia). La variedad de remolacha fue Smart Johanna KWS a una densidad de 125 mil plantas por hectárea.

**Paso 1.** Semanas antes de la siembra, se realizó el mapeo del suelo a través de conductividad eléctrica aparente (CEap) para identificar cuantos tipos de suelo tenemos en la parcela. En este caso fueron dos tipos de suelo.

**Paso 2.** Sobre cada tipo de suelo se muestreó en varios puntos y se obtuvo una muestra compuesta de suelo, llevando a analizar a laboratorio dos muestras de suelo para realizar la determinación de pH, N, P, K, Ca, Mg, Na y carbonatos. De estos pasos obtenemos el estado nutricional del suelo (**Paso 3**).

**Paso 4.** Paralelamente se analizó cual ha sido el comportamiento productivo de la parcela en los últimos 5 años. Se tomaron las imágenes satelitales de los últimos 5 años, y se analizó qué zonas han tenido más y menos vigor en estos años, es decir, qué zonas han tenido más y menos producción; mapa de ambientes. Este mapa del potencial productivo nos permite definir los diferentes rendimientos medios esperados en cada zona.

**Paso 5.** Una vez obtenidos los mapas sobre el estado nutricional del suelo y el potencial productivo, calculamos para cada región (UF4, UF5, UF7, UF8, UF9) las necesidades medias de N, P, K que va a existir en función del tipo de suelo y del potencial productivo.

**Paso 6.** Estas necesidades permiten establecer un equilibrio de fertilizante en fondo que a su vez determina una fórmula.

- En este caso se realizó un fertilizante compuesto con la fórmula 06-16-24, para satisfacer las necesidades de P y K y un 20% de las de N. Esta aplicación se realizó el día 01/04/2020.
- Posteriormente se realizó un aporte del N restante en dos coberteras: el día 07/05/2020 con nitrosulfato (26% N y 28% de S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) y en la segunda cobertera con un NAC 27% el día (04/06/2020).
- **Paso 7.** En el caso de la segunda cobertera se ajustaron estas unidades de nitrógeno pendientes en función del índice NDRE del día 31/05/2020 (Campo360). Este índice nos permite obtener una imagen del contenido en clorofila de la planta y poder realizar un mejor ajuste de la distribución del nitrógeno.

La evolución del cultivo fue la correcta, como se fue siguiendo a través de los mapas de vigor del cultivo a través de seguimiento satelital en la plataforma Campo360.

**Paso 8.** El día 14/11/2020 se comenzó a recolectar la remolacha, y se realizó un muestreo de remolacha sobre las zonas que han tenido diferentes aportes de fertilizante (UF4, UF5, UF7, UF8 UF9). Se tomaron 10 remolachas, que se pesaron y con un refractómetro se midió el grado Brix

(contenido en azúcar), también se tomó muestra de remolacha para la determinación en laboratorio del contenido en materia seca, nitrógeno y carbono. Estos datos fueron contrastados en términos de producción con los obtenidos por el agricultor en la recepción de la remolacha en la industria azucarera de ACOR, para poder obtener el mapa de rendimiento real.

La producción total recibida en la industria fue de 1.601.573 Kg, que supuso un rendimiento medio de 120.292 Kg/Ha en 8.8Ha de cultivo.

Si comparamos el coste de fertilización tradicional (Escenario01) que se realizaba sin atender a la heterogeneidad del suelo, donde se aplicaban 180/140/140 unidades de N/P/K, frente al coste de fertilización variable (Escenario02), observamos que el empleo de las tecnologías de la fertilización variable y la agronomía han supuesto (Figura 1):

- Que las necesidades medias que se han aplicado en la parcela han sido de 167/113/169 unidades de N/P/K es decir un 7% menos de N, un 19% menos de P y un 21% más de K.
- Que la diferencia entre necesidades de N/P/K en términos de coste de fertilización, ha supuesto un ahorro de 544€ para estas 8.8Ha, es decir de 62€/Ha.

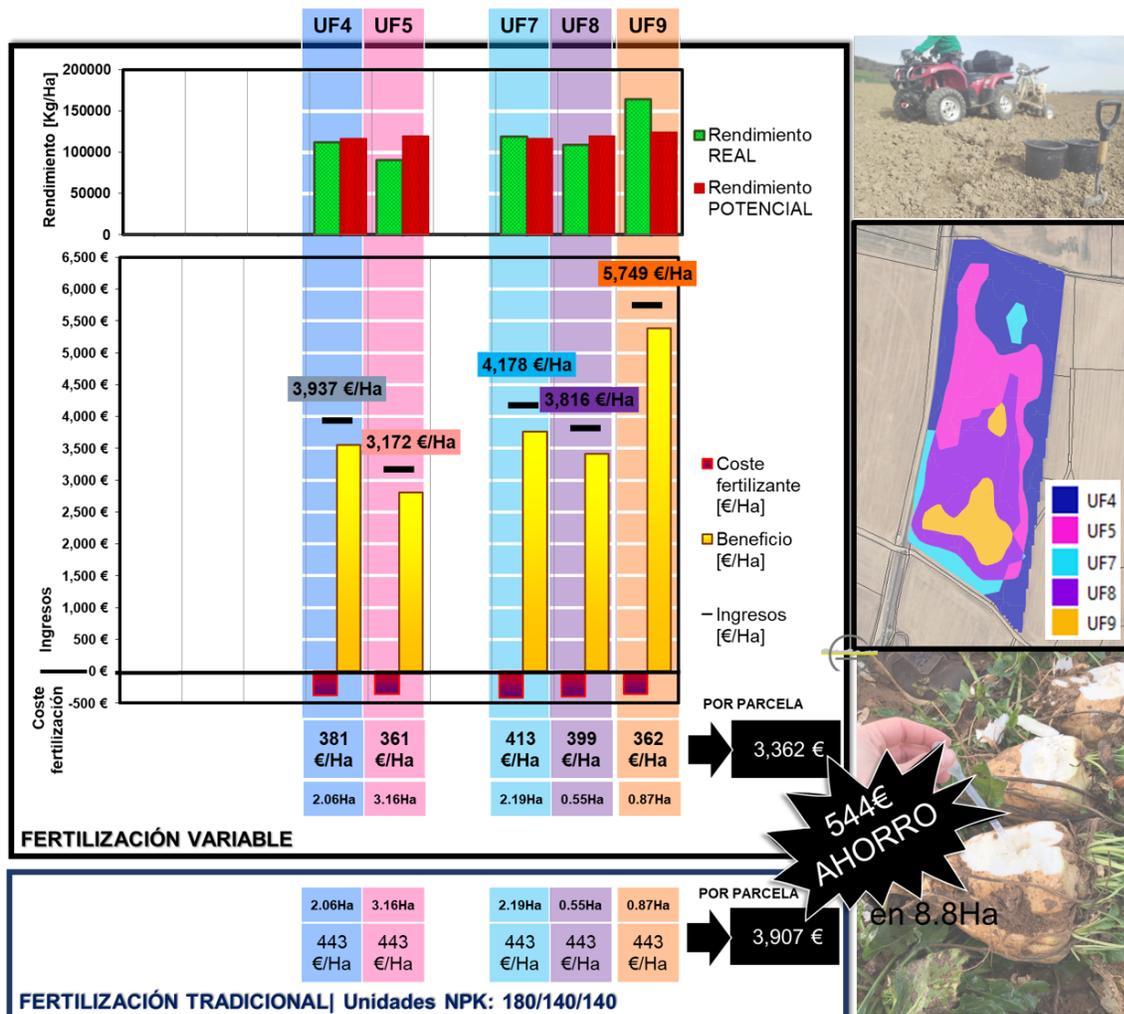


Figura 1. Balance económico entre ingresos y coste de fertilización.

También en la Figura 1 se muestra como en términos generales el rendimiento esperado (el utilizado para el cálculo de la fertilización) y el real (el obtenido con los muestreos y la cantidad de remolacha recogida) son similares, salvo en la zona UF9 donde ha sido un 31% superior, frente al UF5 que ha sido un 24% inferior.

En el caso de la UF9 se muestra que aun siendo el segundo menor coste de fertilización hemos obtenido el rendimiento mayor, lo que ha permitido alcanzar el beneficio mayor. Esto viene a confirmar que aplicar el fertilizante de forma agrónomicamente coherente, apoyado con herramientas de la agricultura de precisión como es la fertilización variable, nos permite optimizar el cultivo.

Analizando los datos de aplicación de N, P, K aplicados en cada UF frente a los valores de productividad obtenidos observamos (Tabla 1):

- Como el aporte K tiene una alta correlación con el resultado del grado Brix (contenido en azúcar), materia seca y contenido en carbono. Es decir, a más aporte de K, mayor respuesta en estos parámetros. Ciertamente es que cuanto más contenido en azúcar (grados Brix), más contenido en materia seca y carbono en planta.
- Como la reducción media en un 7% de nitrógeno en la fertilización no ha supuesto ninguna pérdida en la productividad del cultivo. El nitrógeno muestra una relación negativa en el contenido de materia seca. Es decir, cuanto más nitrógeno menos materia seca, por tanto, menos azúcar.
- Aunque se haya reducido en un 19% el aporte medio de fósforo, este no ha supuesto una pérdida de productividad. Aunque se ha visto que el aporte de P incrementa el contenido en materia seca.

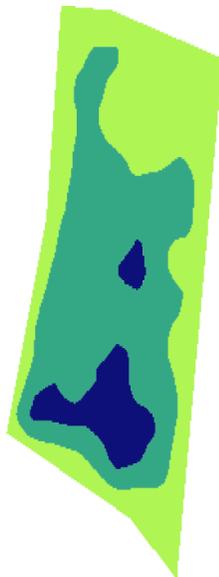
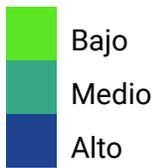
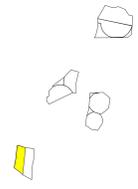
Tabla 1. Peso de raíz + hojas, grados brix, materia seca, carbono y nitrógeno en raíz.  
Medias LSD ( $P_{valor} < 0.05$ )

Zonas de fertilización	Peso raíz [Kg/raíz]	Grados Brix [°]	Materia seca [%]	Carbono [%]	Nitrógeno [%]	Fertilización [Kg/Ha]		
						Aporte N	Aporte P	Aporte K
UF4	2.05 (a)	22.32 (ab)	20.2 (b)	42.46 (b)	0.43 (ab)	158	118	178
UF5	1.65 (a)	22.27 (ab)	23.05 (d)	41.56 (a)	0.41 (ab)	167	102	154
UF7	2.18 (a)	22.84 (b)	20.23 (b)	41.48 (a)	0.41 (ab)	175	126	190
UF8	1.99 (a)	22.88 (b)	19.02 (a)	42.3 (ab)	0.36 (a)	170	122	182
UF9	2.95 (b)	21.84 (a)	21.04 (c)	42.46 (b)	0.45 (b)	172	99	149

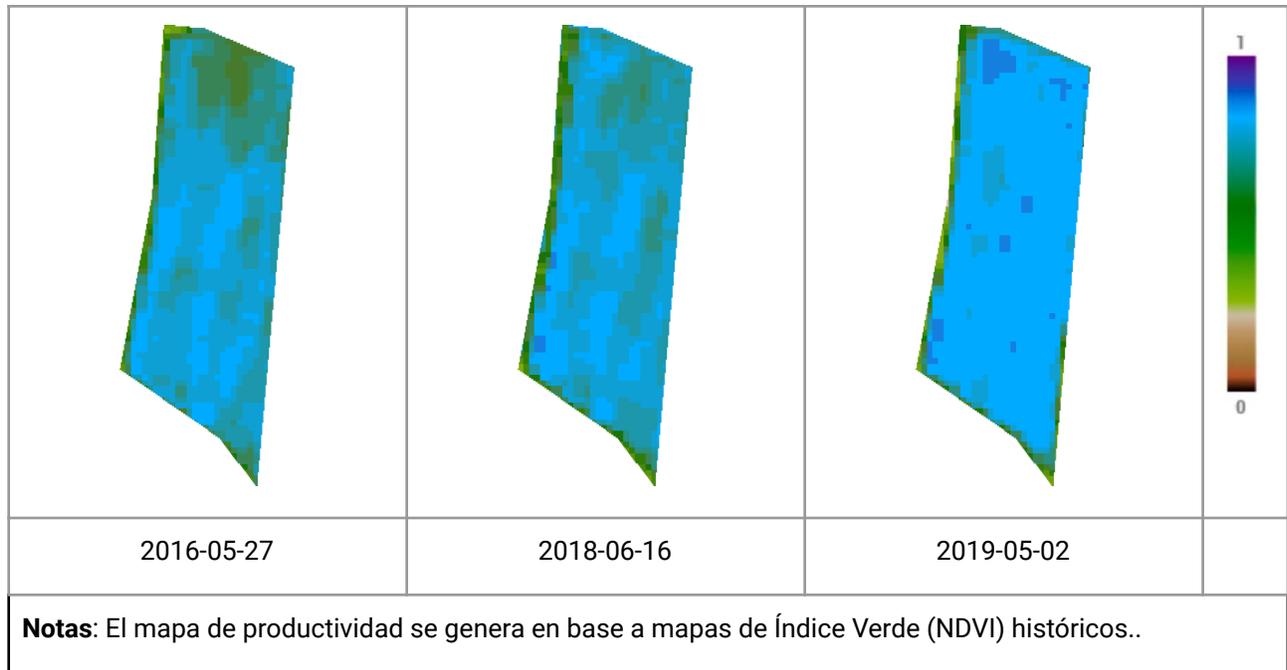
En términos medio ambientales, esta reducción de fertilizante ha supuesto evitar emitir a la atmosfera 95 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea, que supone un 7.8% menos de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a la fertilización tradicional. Por otro lado, derivado de los análisis realizados, hemos cuantificado que se han capturado 46,79 toneladas de carbono por hectárea en el cultivo.

## Coop. Sta Barbara - Informe Mapa de Productividad

Fecha Informe: 2021-08-13

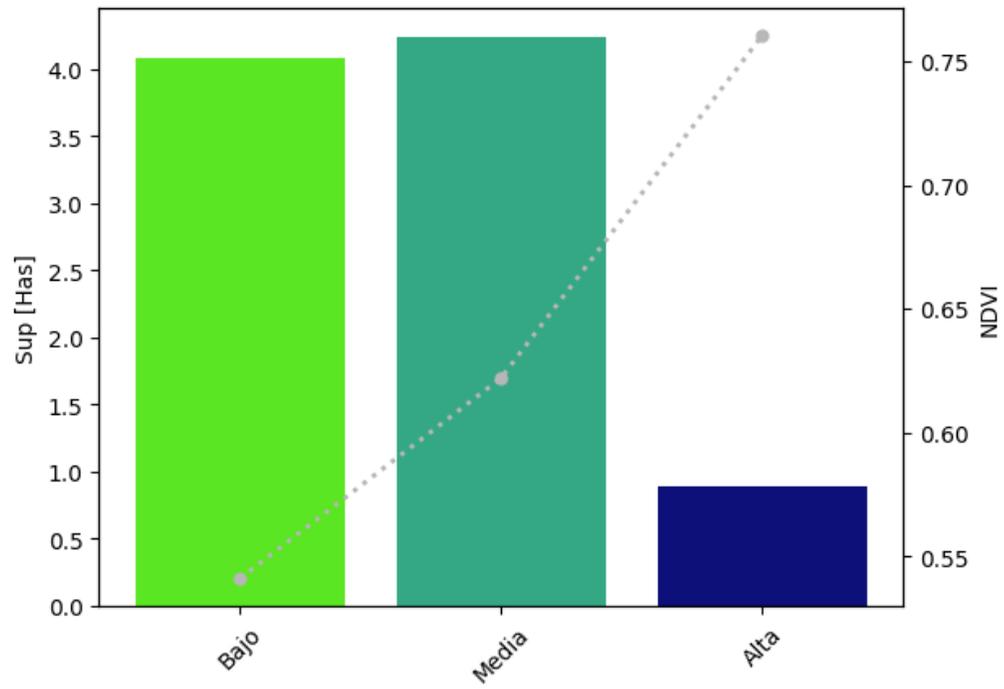
Mapa de Productividad	Ref.
	
<p><b>Campaña:</b> 2020/2021</p>	
<p><b>Establecimiento:</b> Coop. Sta Barbara</p>	
<p><b>Lote:</b> CV02   <b>Superficie [has]:</b> 9</p>	
<p><b>Notas:</b></p>	

NDVI - Fechas seleccionados



Información por Ambientes					
Ambientes	Superficie [Has]	Sup%	Promedio NDVI	NDVI Min	NDVI Max
Bajo	4.08	44.29	0.541	0.306	0.775
Medio	4.24	46.03	0.622	0.46	0.784
Alto	0.88	9.55	0.754	0.735	0.784
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00</b>			

### Superficie por Ambientes



### Porcentaje por Ambientes

