

# HERRAMIENTAS DE AYUDA A LA DECISIÓN

*para el manejo correcto de los fertilizantes nitrogenados en cereales de invierno*

IOSU IRAÒETA, ANA PILAR ARMESTO, ARTURO SEGURA, ALBERTO LAFARÇA  
(ITC AGRÒCOLA)

LUIS MIGUEL ARREQUI, MIKEL MERINA, EDURNE BAROJA, MIGUEL QUEMADA  
(UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA)



**E**

n la actualidad desde el ITGA estamos desarrollando nuevas herramientas para ayudar en la difícil decisión de aportar fertilizantes a los suelos. Dichas herramientas podrán ser utilizadas directamente por los agricultores y técnicos, y permitirán, además, un manejo más correcto de los fertilizantes nitrogenados.

En primer lugar, como herramienta básica, se propone un análisis sencillo de suelo, el análisis del Nitrógeno MINeral existente en el terreno, análisis denominado NMIN. Este Nitrógeno MINeral (NMIN), medido de este modo, es el que estará a disposición del cultivo que vamos a sembrar y por tanto podremos contar con él a la hora de calcular las necesidades del cultivo.

En segundo lugar se pretende utilizar un instrumento denominado NTESTER, capaz de indicarnos en pleno encañado del cereal si el cultivo está bien alimentado o necesitará algún suplemento de última hora. Esta segunda herramienta será utilizable tan sólo en secanos frescos y, por supuesto, en regadío.



## ANTECEDENTES

El sistema actual de recomendaciones en Fertilización Nitrogenada del ITGA, se basa en los resultados obtenidos a lo largo de 20 años de ensayos anuales realizados en las propias parcelas de los agricultores por los Servicios Técnicos del ITG Agrícola en Navarra, con la colaboración de las cooperativas cerealistas.

Estos ensayos constan de un testigo sin fertilizante nitrogenado, cuatro o cinco dosis crecientes de nitrógeno y modos de reparto diferentes de ese nitrógeno según las zonas climáticas de que se trate.

Tras la recolección de estos ensayos, el análisis estadístico de los resultados de producción obtenidos nos permite obtener las curvas de respuesta correspondientes y las dosis de nitrógeno óptimas técnica y económica.

**La dosis de nitrógeno óptima económica es aquella cantidad de fertilizante nitrogenado que nos proporciona mayores ganancias económicas con el cultivo y será la Dosis Recomendada.**

A menudo los últimos kilos de abono aportados valen más dinero que el incremento de cosecha que proporcionan.

Los resultados medios de un amplio número de ensayos disponibles se utilizan para definir las dosis óptimas económicas medias o Dosis Recomendadas y el modo de reparto más eficiente en cada una de las áreas, subáreas de producción y cultivos precedentes más significativos.

Estos resultados han dado lugar a una publicación en la que se recogen las Dosis Recomendadas de fertilizantes nitrógenados en Navarra, sirviendo de referencia a agricultores y técnicos.

A modo de ejemplo, en la página siguiente, presentamos el comportamiento de la fertilización en unos ensayos concretos del ITG Agrícola. En el recuadro correspondiente puede verse la gráfica de un ensayo en la que se representa la curva de respuesta de la producción al nitrógeno, y una tabla resumen del análisis conjunto de varios ensayos en los secanos frescos de Navarra.

**L**as recomendaciones de abonado del ITGA se basan en los resultados de 20 años de experimentación. Se recomienda en cada zona la dosis que proporciona mayor rendimiento económico al agricultor.

## ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA ITGA

Este método de recomendación en base a la experimentación garantiza hasta la fecha el mejor rendimiento económico del fertilizante utilizado en un periodo de varios años para un agricultor determinado, pero ofrece algunas limitaciones:

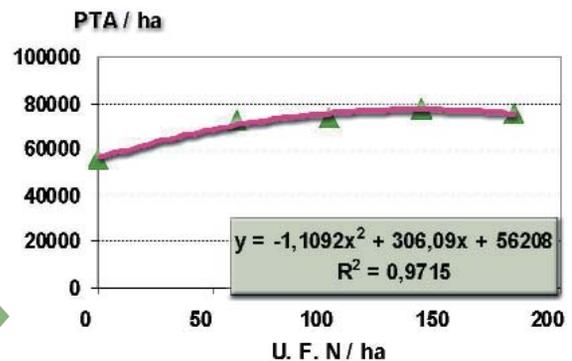
- No tiene en cuenta las condiciones meteorológicas específicas de la campaña en cuestión.
- No tiene en cuenta la variabilidad del nitrógeno disponible en el suelo para el cultivo.

**Óptimo** X max = 138 UF/ha  
**Económico** Y max = 77.325 PTA/ha

### Análisis conjunto de 53 ensayos de TRIGO BLANDO en Secanos Frescos

TIPO DE SUELO	MARGAS		TERRAZAS	
	Leguminosa	Cereal	Leguminosa	Cereal
Nº de ensayos	15	23	5	10
Dosis óptima técnica	169	200	149	188
Dosis óptima económica	149	179	131	171
Rendimiento esperado	6.092	5.040	4.753	4.686
Rendimiento del testigo	4.503	2.888	3.412	2.340

### Ensayo de Comprobación de dosis de nitrógeno en Trigo. Respuesta económica. Zona Media: Oteiza. Campaña 2001



## nuevo proyecto

En las campañas 2000 y 2001 se ha realizado un proyecto coordinado desde el Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra y cofinanciado con fondos europeos del Programa FEDER. Se ha denominado, "Desarrollo de modelos de ayuda a la decisión en el uso del nitrógeno como fertilizante de los cereales, desde criterios de productividad y calidad, evitando la contaminación nítrica de las aguas freáticas y superficiales."

En este proyecto han participado distintas comunidades autónomas: País Vasco, Cataluña, Aragón, Castilla la Mancha (Albacete) y Navarra, desarrollándose los trabajos en cereal de invierno y en maíz.

En Navarra el proyecto ha sido realizado por el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA) y la Universidad Pública de Navarra (UPNA).

El objetivo general ha sido desarrollar nuevas herramientas de "Ayuda a la decisión para el correcto manejo de los fertilizantes nitrogenados", que podrán ser utilizadas directamente por los agricultores y técnicos.

- La primera herramienta es el análisis del nitrógeno mineral disponible en el suelo para el cultivo, denominado análisis NMIN (Nitrógeno MINeral).
- La segunda herramienta consiste en el uso de aparatos capaces de indicarnos, en pleno encañado del cereal, si éste se encuentra bien fertilizado o necesita aportes de fertilizantes complementarios. Este instrumento se denomina NTESTER y existen otros similares en el mercado.

En el periodo 2002-2004 se va a continuar con esta misma línea de trabajo en un nuevo proyecto cofinanciado en esta ocasión por la CICYT, a través del Plan Nacional de Investigación.



# ANÁLISIS DEL NITRÓGENO MINERAL EN EL SUELO (NMIN): PRIMERA HERRAMIENTA DEL MODELO.



**E**l cultivo de cereal no sólo utiliza el nitrógeno que aportamos con los fertilizantes, sino que lógicamente es capaz de aprovechar el que ya está en el suelo. En el suelo podemos encontrarnos con cantidades de nitrógeno en realidad muy importantes disponibles para el cultivo.

Ese nitrógeno que existe en el suelo puede ser de diferentes tipos, nitrógeno orgánico o mineral.

**El nitrógeno orgánico procede de restos de cosechas, paja, raíces, o bien de estercolados, purines, lodos, etc.** Éste se va transformando poco a poco en mineral. En el suelo hay siempre una cantidad estable que suele oscilar en nuestras tierras entre el 1 y el 2%.

**El nitrógeno mineral es el que utilizan los cereales para su crecimiento.** El que encontramos en el suelo procede normalmente de la descomposición (mineralización) de la materia orgánica, pero también de restos de fertilizantes aportados en cultivos anteriores.

El análisis del **N**itrógeno **MIN**eral en el suelo (**NMIN**) nos permite conocer la cantidad de nitrógeno mineral, nítrico y amoniacal, disponible para el cultivo en el momento en el que se realiza el muestreo.

Aunque este análisis de suelo puede hacerse en distintos momentos a lo largo del cultivo, para simplificar la presentación vamos a centrarnos en el muestreo realizado a la salida del invierno. De un modo operativo este muestreo se realiza antes del primer aporte de fertilizantes nitrogenados, en el mes de enero.

**Este análisis NMIN nos aporta mucha información, pero es como una fotografía fija en un momento concreto:** ese nitrógeno medido puede perderse si no se utiliza rápidamente por el cultivo y la lluvia lo arrastra, pero también puede aumentar si la materia orgánica va aportando más en su descomposición (mineralización). Por tal motivo esta medición es una ayuda pero no la solución única y definitiva.

Realmente, y de un modo práctico, el análisis NMIN nos permite, al menos, tener una idea clara del punto de partida del suelo, saber si partimos de un suelo con pocas o muchas reservas de nitrógeno para el cultivo, lo que nos permitirá planificar la fertilización con mayor precisión y seguridad.

Especialmente práctico será este análisis en el caso de suelos con niveles altos de NMIN, en los que nos podremos permitir el ahorro significativo de fertilizantes minerales.

**E**l análisis NMIN permite planificar la fertilización con mayor precisión y seguridad. Es muy interesante en suelos con altas reservas de nitrógeno mineral, en los que se pueden ahorrar cantidades significativas de fertilizantes.

A modo de ilustración puede verse en los gráficos siguientes la evolución de los resultados de este análisis de suelo NMIN en dos ensayos, uno en Beriain en Secanos Frescos y otro en Tafalla en Secanos Intermedios, en distintos momentos del cultivo, a lo largo de los años en que se ha desarrollado el proyecto.

**MODO DE UTILIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO NMIN PROPUESTO**

Para poder utilizar correctamente esta herramienta NMIN, en los ensayos realizados para el proyecto citado se han llevado a cabo los BALANCES DE NITRÓGENO (se explican en detalle en viñeta adjunta) sobre los ensayos de largo plazo citados (Beriain y Tafalla), a partir de un seguimiento de los análisis de nitrógeno mineral en el suelo (NMIN) y del nitrógeno extraído por el cultivo en el momento de la cosecha.

Estos balances nos permiten llegar a definir algunos parámetros necesarios para determinar la dosis de nitrógeno que el cereal va a necesitar (el proceso de cálculo por su complejidad se explica en viñeta adjunta para quien desea profundizar más).

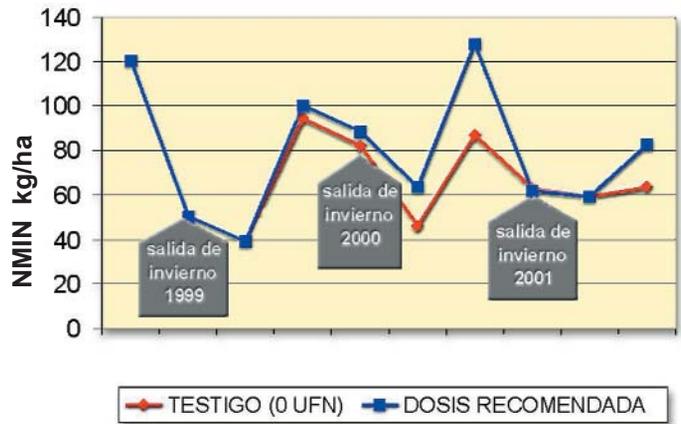
**COEFICIENTE APARENTE DE UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO (CAU).**

Tanto el nitrógeno que medimos en el análisis de suelo (NMIN) como el que aportamos con los fertilizantes no es utilizado en su totalidad por el cultivo. Se producen pérdidas por arrastre con el agua de lluvia o riego, pérdidas también en forma de gas a la atmósfera, etc.

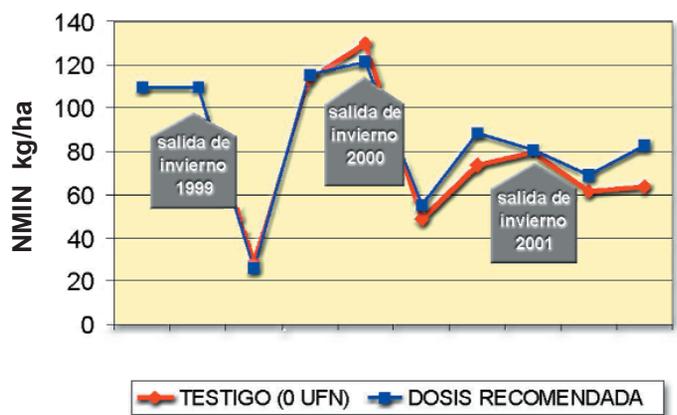
Además, parte de ese nitrógeno es utilizado por los microorganismos o sencillamente las raíces de las plantas no son capaces de alcanzarlo.

Por todo esto, necesitamos determinar qué parte del nitrógeno que medimos en el suelo o del que aportamos con los fertilizantes será realmente aprovechable por el cultivo. De este modo, el Coeficiente Aparente de Utilización del nitrógeno es una medida de la proporción de nitrógeno medido en suelo (CAU

**EVOLUCIÓN DEL NMIN EN SUELO. Beriain. Horizonte 0-90.**



**EVOLUCIÓN DEL NMIN EN SUELO. Tafalla. Horizonte 0-90.**



NMIN) o aportado con los fertilizantes (CAU Fertilizante) que se aprovecha por el cultivo de cereal.

Cuando decimos, por ejemplo, que el Coeficiente Aparente de Utilización del nitrógeno medido en el suelo a la salida del invierno (CAU NMIN) es 0,9 queremos decir que de cada 100 kg de nitrógeno medidos en el suelo, 90 kg. podrán ser utilizados por el cultivo.

Del mismo modo, si decimos que el fertilizante que aportamos tiene una CAU de 0,8 queremos decir que de cada 100 kg de nitrógeno aportados, solamente 80 kg serán utilizados realmente por el cultivo y servirán para cubrir sus necesidades.

Este parámetro resulta muy variable y depende de la climatología, especialmente de las lluvias habidas en el invierno, y del tipo de suelo, para el caso de NMIN medido en el suelo. Cuando existen inwier-

nos muy lluviosos desciende el valor del Coeficiente Aparente de Utilización del nitrógeno medido en el suelo (NMIN).

En el caso de los fertilizantes, este parámetro depende también de las lluvias, pero además, de las características de los abonos, de su momento de utilización y del estado del cultivo. Por ejemplo para un cultivo mal implantado, poco enraizado, los valores de CAU tenderán a ser siempre muy bajos y sólo podremos mejorarlos aportando el fertilizante nitrogenado en varias veces, según va necesítandolo el cultivo. Otro ejemplo sería el caso de la urea aportada en enero, que generalmente tiene un Coeficiente Aparente de Utilización (CAU) mucho menor que el que tiene la que se aporta en el mes de marzo.

## NECESIDADES DEL CULTIVO O EX-TRACCIONES DE NITRÓGENO DEL CULTIVO.

Analizando la cantidad de nitrógeno que encontramos en la planta completa de cereal una vez maduro, conocemos las necesidades reales que el cultivo ha tenido de este nutriente. Lo expresamos en kilogramos de nitrógeno por cada tonelada de grano (kg N/t), pues es una referencia práctica muy utilizada.

De este modo, decimos que el trigo en Beriain, por ejemplo, ha necesitado en torno a 30-32 kg de nitrógeno para producir cada tonelada de grano. Fácilmente calculamos el nitrógeno necesario para una cosecha de 6.000 kg/ha., u otra producción cualquiera, con sólo multiplicar (30 kg N/t x 6 t/ha = 180 kg N/ha.).

**Este parámetro (necesidades de nitrógeno de un cereal por tonelada de grano cosechado) es bastante estable** para un área determinada y nos permite conocer las necesidades de nitrógeno del cultivo a partir de la producción que esperamos obtener. Será **importante ser realista en la cosecha prevista**, por ejemplo haciendo la media de las dos mejores cosechas en los cinco últimos años.

## Balances de nitrógeno en el sistema suelo-planta

Los balances en cereal de invierno se realizan considerando la siguiente expresión, en la que se evalúan las entradas y salidas de nitrógeno al sistema suelo planta durante el periodo de cultivo:

### ENTRADAS AL SISTEMA = SALIDAS DEL SISTEMA

$$\begin{aligned} & \text{NMIN presiembr} + \text{N mineral aplicado} + \text{N aportado por el} \\ & \text{suelo} \\ & = \\ & \text{N absorbido cultivo} + \text{NMIN postcosecha} + \text{N lixiviado en in-} \\ & \text{vierno} + \text{N no computado} \end{aligned}$$

### ENTRADAS

**NMIN presiembr:** NMIN en el perfil del suelo (0-90 cm) antes de la siembra (kg. N/ha)

**N mineral aplicado:** Dosis aplicada de N mineral en kg. N/ha

**N aportado por el suelo:** se trata del N procedente de la mineralización de la materia orgánica durante el periodo de crecimiento del cultivo (kg N/ha). Calculado a través del testigo total, sin aportes de nitrógeno en las dos últimas campañas.

### SALIDAS

**N absorbido cultivo:** N absorbido por parte aérea del cultivo (Kg N/ha), incrementado en un 25 % como estimación de las raíces (Pierre Castillon, Le Ntester. Blé dur, pag ).

**N postcosecha:** N en el perfil del suelo (0-90 cm) después de cosecha (Kg N/ha)

**N lixiviado en invierno:** NMIN (0-90 cm) presiembr menos NMIN (0-90 cm) salida invierno.

**N no computado:** es el N no controlado en el balance, bien se trate de N reorganizado en el suelo, o perdido por distintos motivos.

ENSAYO DE LARGO PLAZO DE BERIAIN	CEBADA 1999		TRIGO 2000		CEBADA 2001	
DOSIS DE FERTILIZANTES N APORTADO POR HA.	160	TEST.	180	TEST.	180	TEST.
Producción t/ha (peso seco)	5.53	3.63	5.89	3.68	4.91	2.54
N extrac. Kg. N / t. de grano	25		32		30	
CAU Fertilizante	0.3		0.6		0.6	
CAU NMIN		1.3		1.0		0.9



## parámetros obtenidos

A partir de los balances de nitrógeno hemos llegado a una serie de parámetros, que son los que intervendrán en los modelos de recomendación de la fertilización, debidamente ajustados para las distintas situaciones de cultivo con las que en la práctica se podrá encontrar el agricultor. En cereal de invierno se han estandarizado los siguientes parámetros:

**CAU Fertilizante:** El coeficiente aparente de utilización de nitrógeno (CAU Nfer-

tilizante) corresponde a la pendiente de la recta que relaciona el fertilizante aportado con el nitrógeno extraído por el cultivo Extracciones N en la dosis óptima menos las del testigo) / N fertilizante aportado.

**CAU NMIN:** Extracciones de nitrógeno en el testigo / Nmin salida invierno.

**N extrac. Kg. N/t de grano:** cuantifica las necesida-



des del cultivo como los kg de nitrógeno necesarios para producir cada tonelada de grano con la proteína deseada. Se calcula en la dosis óptima.

En el cuadro adjunto pueden verse de un modo resumido los valores que con mayor frecuencia se han encontrado en los análisis NMIN realizados durante las campañas 2000 y 2001 en los distintos ensayos. En la misma tabla se resumen también los valores encontrados para los parámetros citados.

**CUADRO RESUMEN DE LOS ANÁLISIS Y PARÁMETROS OBTENIDOS EN EL PROYECTO (campañas 2000 y 2001).**

	CEBADA (12 ensayos)		TRIGO (10 ensayos)		
	Promedio	Desv.(*)	Promedio	Desv.(*)	INTERVALOS
Nmin salida inv. (0-30 kg N)	32	14	33	13	20-50
Nmin salida inv. (0-60 kg N)	67	24	63	22	40-90
Nmin salida inv. (0-90 kg N)	97	29	86	25	60-110
CAU Nmin salida inv.	1,0	0,3	0,9	0,1	80-100
CAU fertilizante D.óptima	0,4	0,2	0,6	0,1	50-70
N extraído kg. /t. grano D. óptima	30	5	36	5	

Los valores de Nmin a la salida de invierno (recordamos que en la práctica este muestreo se realiza en el mes de enero, antes del primer aporte de fertilizantes), son muy variables. Valores por encima de 90-100 kg de nitrógeno en el horizonte de suelo 0-60 cm nos pueden permitir un ahorro de fertilizantes nitrogenados.

**Los Coeficientes Aparentes de Utilización del Nitrógeno (CAU) del fertilizante han sido muy bajos en las campañas analizadas, siendo estos valores normalmente más elevados en las condiciones de los secanos frescos.** La sequía durante

(\* ) Desv. = desviación estandar de las mediciones realizadas.

el llenado del grano, por ejemplo, hace que las expectativas de rendimiento se trunquen y el nitrógeno quede en el suelo sin utilizarse por el cultivo, obteniéndose como consecuencia CAU bajos.

Las necesidades de los cereales encontradas, en torno a 35 kg/t de grano de trigo y 30 en el caso de la cebada, si bien son algo elevadas, no se alejan demasiado de las referencias existentes en otros trabajos de este tipo (30 y 25 kg/t respectivamente, ITCF en Francia), y posiblemente son representativas de condiciones climáticas mediterráneas.

## MUESTRAS NMIN REALIZADAS EN LA CAMPAÑA 2009.

Continuando en la línea de trabajo iniciada en el proyecto citado, en la campaña actual se realizaron una serie de análisis NMIN, en el mes de enero, en colaboración con un grupo de cooperativas interesadas en la metodología propuesta. Buscando obtener referencias que vayan siendo válidas en el futuro, se muestrearon dos horizontes, 0-30 cm. y 0-60 cm. Los resultados pueden verse en el cuadro de la derecha.

En general podemos decir que las reservas de nitrógeno en el suelo en esta campaña son de medias a altas, aunque sin duda **hay que resaltar la gran variabilidad de los valores encontrados entre parcelas.**

Estos muestreos de suelo se realizan a nivel de la cooperativa, cuentan con el apoyo de los técnicos del ITGA y pretenden mantener un número significativo de análisis realizados todos los años en las mismas parcelas, para disponer de datos comparativos entre campañas y zonas de cultivo.

## USO DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA RÁPIDA DE NMIN.

Los análisis de suelo NMIN preconizados exigen un trabajo minucioso de muestreo de las parcelas y deben realizarse rápidamente en laboratorio. Sería imposible pensar en analizar todas las parcelas y tener referencias de todas las situa-

		Nº PARCELAS	PROMEDIO	DESVEST
<b>Coop Orvalaiz</b>	Nmin salida inv.(0-30)	9	56	24
	Nmin salida inv.(0-60)	8	94	37
<b>Coop Tafalla</b>	Nmin salida inv.(0-30)	9	45	16
	Nmin salida inv.(0-60)	9	105	24
<b>Coop Urroz</b>	Nmin salida inv.(0-30)	12	91	96
	Nmin salida inv.(0-60)	12	145	103
<b>Coop Cortes</b>	Nmin salida inv.(0-30)	6	73	27
	Nmin salida inv.(0-60)	6	120	34

ciones en el momento oportuno.

Por este motivo hemos comenzado a ensayar el uso de instrumentos de lectura directa del contenido en nitratos de un suelo, como es el caso del Nitracheck. Este aparato permite de un modo más rápido conocer el contenido en nitratos de una muestra de suelo, sin necesidad de pasar por el laboratorio, aunque exige también un uso minucioso.

Realizadas las correlaciones entre los valores encontrados en laboratorio para una serie de muestras de suelo y las medidas correspondientes de Nitracheck, encontramos que ésta puede ser una herramienta de gran utilidad práctica. No obstante será necesario un ajuste previo cada campaña y en cada área de cultivo que nos permita transformar los valores leídos de Nitracheck en sus correspondientes de NMIN.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN BASADO EN LAS DOSIS RECOMENDADAS (DR) Y EL ANÁLISIS NMIN

Respecto a los valores de referencia a utilizar de NMIN, una primera propuesta provisional de utilización práctica, partiendo de las Dosis de nitrógeno Recomendadas por el ITGA en cada situación (DR) podría ser la siguiente:

**Antes de realizar la primera cobertera** consideramos el NMIN realizado en enero en el horizonte de suelo de 0-30 cm.

**NMIN > 50**                      **Valores altos**                      No sería necesario aportar la primera cobertera

**Antes de realizar la segunda cobertera** consideramos el NMIN realizado en enero en el horizonte de suelo de 0-60 cm.

**NMIN EN EL INTERVALO 40-90**                      **Valores habituales**                      Aportar la dosis recomendada en la zona (DR)

**NMIN < 40**                      **Valores bajos**                      Puede ser necesario incrementar las DR en la segunda cobertera, especialmente en inviernos lluviosos y con cereales mal enraizados.

**NMIN > 90**                      **Valores altos**                      En la segunda cobertera puede reducirse la DR al menos en tantas UF/ha como superemos la referencia de NMIN 90.

Todas estas referencias no pueden darse por definitivas, pues las experiencias realizadas con posterioridad van a permitir precisarlas mucho más. **Por el momento se trata de referencias a validar en próximos ensayos.**



# NTESTER: SEGUNDA HERRAMIENTA DEL MODELO.



La primera herramienta de ayuda a la decisión planteada, las medidas de análisis de suelo NMIN, tienen la limitación de que se realizan en el mes de enero, todavía lejos del periodo de máxima utilización del nitrógeno por el cultivo, que tiene lugar en el periodo de marzo, abril y mayo. Esto hace necesario una segunda herramienta que nos permita ajustar o corregir las dosis calculadas entonces, en un momento más avanzado, en pleno encañado del cereal.



Los medidores portátiles de clorofila (NTESTER) se han convertido en una herramienta rápida, fiable y no destructiva para determinar el estado nutricional en cuanto a nitrógeno de la planta, y poder aplicar abonados nitrogenados ajustados a las necesidades finales de los cultivos.

En cereal de invierno, se puede utilizar Ntester a partir de dos nudos (estadio Z32) ya que entonces las lecturas obtenidas con N-Tester se correlacionan significativamente con las unidades fertilizantes de nitrógeno totales suministradas al cereal (las del suelo más las aportadas) y su rendimiento final, y éste todavía sería un buen momento para realizar aportes de fertilizantes complementarios si fuera necesario.

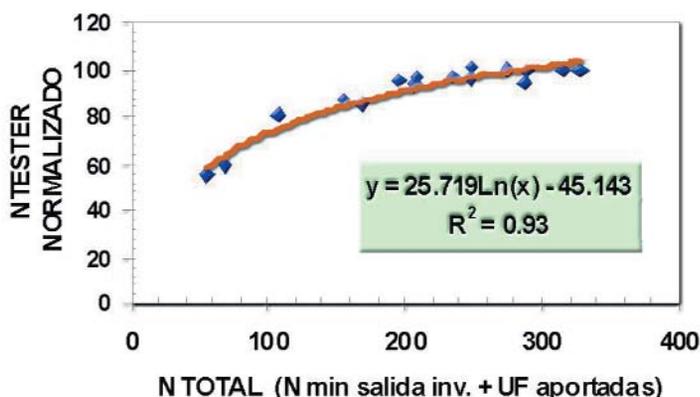
Como ejemplo podemos ver los resultados obtenidos en la campaña 2001 sobre los ensayos de tipo de suelo, en trigo blando, en el marco del proyecto Feder. A partir de 200 unidades o kg totales de nitrógeno, las lecturas de Nester relativo se sitúan en torno al valor 95-100 lo que nos indica que el cultivo se encuentra suficientemente alimentado, como después hemos podido comprobar con los rendimientos obtenidos.

En los gráficos podemos ver claramente como, cuando las lecturas de Ntester relativo se sitúan por encima del 95 %, obtenemos el rendimiento óptimo en el ensayo. Aparecen, junto a los puntos de la curva, las dosis de nitrógeno suministradas (suelo más fertilizantes).

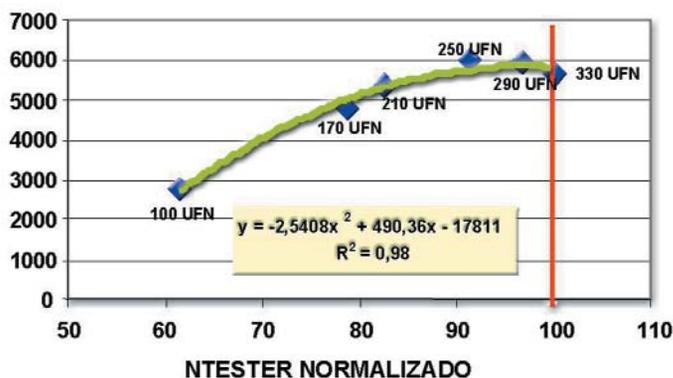
Una de las limitaciones de este instrumento (Ntester) consiste en el hecho de que los valores absolutos leídos por el aparato dependen de la variedad y de factores ambientales como la sequía. Por este motivo, para evitar estas interferencias, se propone utilizar las lecturas relativas de Ntester.

Para obtener lecturas relativas es necesario disponer de una banda sobrefertilizada, en la que tengamos la certeza de que el cultivo tiene a su

LECTURA NTESTER NORMALIZADO SEGÚN NITRÓGENO TOTAL.



RESPUESTA PRODUCTIVA A LAS LECTURAS NTESTER NORMALIZADAS EN EL ESTADIO Z37





## Métodos de lectura rápida del nitrógeno

Actualmente se están diseñando modelos de estimación del estado nutricional en Nitrógeno de la planta utilizando distintos tipos de medidores portátiles de clorofila, basándose en la buena correlación existente entre el contenido en clorofila de la hoja y la concentración de N en planta.

disposición todo el nitrógeno que quiera. Se miden lecturas absolutas en la banda sobrefertilizada y en la parcela de cultivo. Se calcula la lectura relativa como el porcentaje del valor Ntester medido en la parcela respecto al valor obtenido en la banda sobrefertilizada.

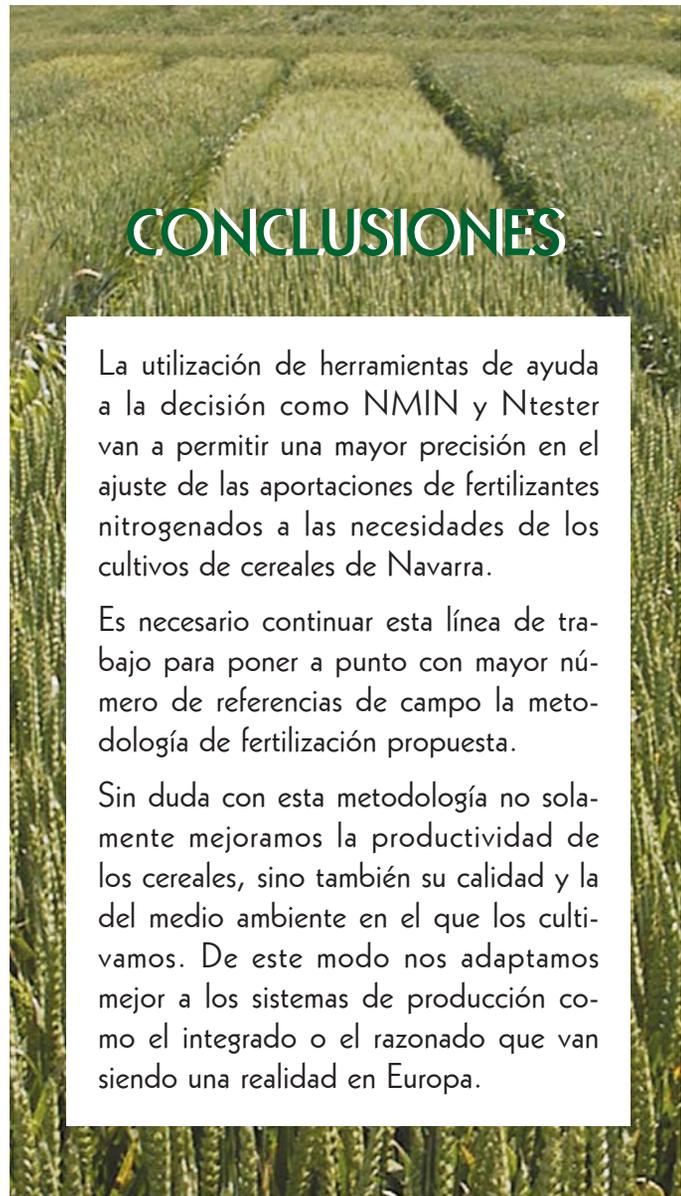
Según la experimentación realizada y el manual de uso del aparato propuesto por la empresa suministradora (Hydro), en la práctica, cuando la lectura relativa de Ntester alcance el 95%, podemos concluir que el cultivo está perfectamente alimentado y no hay necesidad de ajustar las dosis ya aportadas. **Las medidas de ajuste de la fertilización se pueden realizar entre dos nudos (Z32) y hoja bandera (Z37), realizando aportes de 40 unidades de nitrógeno cuando la lectura de Ntester relativa sea inferior al 95%.**

## CONCLUSIONES

La utilización de herramientas de ayuda a la decisión como NMIN y Ntester van a permitir una mayor precisión en el ajuste de las aportaciones de fertilizantes nitrogenados a las necesidades de los cultivos de cereales de Navarra.

Es necesario continuar esta línea de trabajo para poner a punto con mayor número de referencias de campo la metodología de fertilización propuesta.

Sin duda con esta metodología no solamente mejoramos la productividad de los cereales, sino también su calidad y la del medio ambiente en el que los cultivamos. De este modo nos adaptamos mejor a los sistemas de producción como el integrado o el razonado que van siendo una realidad en Europa.



**“Nosotros somos la garantía”**

para la obtención de una excelente calidad en los productos naturales. Ofrecemos la confianza y seguridad de nuestra experiencia en agrupaciones, SAT y cooperativas.

Análisis de suelos · Análisis de plantas · Aguas · análisis físico-químico · Análisis de abonos y enmiendas orgánicas

**AGROLAB**  
ANALITICA



Teléfono: 918 428 931  
E-mail: [laboratorio@agrolab.es](mailto:laboratorio@agrolab.es)

## Las nuevas herramientas y la calidad tecnológica de los cereales

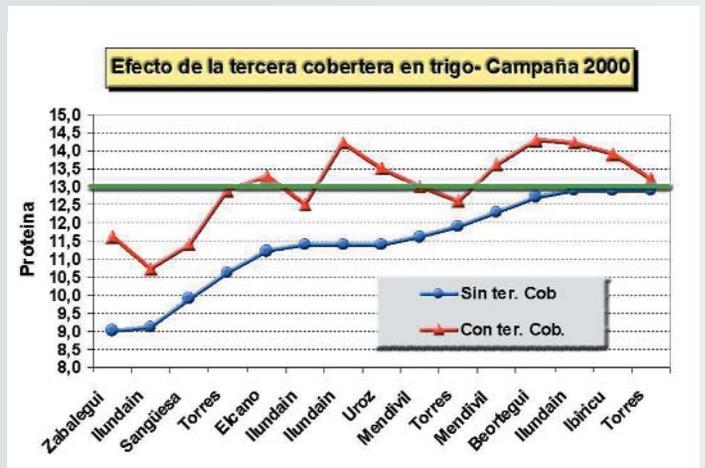
La industria agroalimentaria en los sectores de harinas y malta no se escapa a la demanda creciente de calidad por parte de sus clientes, respectivamente panaderos y cerveceros. Estas exigencias de calidad provienen, en primera instancia, de una demanda de los consumidores finales.

Las herramientas de ayuda a la decisión, como las medidas NMIN y NTESTER van a integrarse en las recomendaciones de abonado nitrogenado, buscando el punto de equilibrio entre productividad y calidad. El enfoque consiste en la puesta a punto de técnicas de fertilización que favorecen la expresión del potencial de calidad de las variedades recomendadas.

La fertilización nitrogenada es el factor que más condiciona la expresión de la calidad al influir directamente en la síntesis de proteínas en el grano. La proteína es uno de los componentes fundamentales de la calidad tanto en el caso del trigo como de la cebada.

**En el caso de cebadas malteras, las herramientas propuestas posibilitan el ajustar a la baja las dosis de fertilizante a aportar sin comprometer la productividad**, de modo que no se produzcan excesos de proteína no deseados.

Los aportes de tercera cobertera cuando el cultivo se encuentra en hoja bandera (Z37) se han mostrado significativamente prácticos para incrementar la proteína del trigo, mejorando la calidad harinopanadera en la mayor parte de las situaciones. La herramienta Ntester permite ajustar en hoja bandera (Z37) las necesidades del cultivo tanto para que exprese su máximo potencial productivo como su calidad tecnológica.



# FORTETUB®

**IMPRESINDIBLE PARA SU VID!!!**  
**PROTECTORES AGRÍCOLAS-FORESTALES**

ESTÁ DEMOSTRADO QUE CON LOS PROTECTORES DE DOBLE CAPA, TANTO CON EL TUBO UNIFORME COMO CON EL TUBO PERFORADO, SE PRODUCEN NOTABLES MEJORAS EN SUS PLANTACIONES

**¡LÍDER EN EL SECTOR! ¡NÚMERO UNO EN VENTAS!**

**GARANTÍA DE DEGRADACIÓN DEL PROTECTOR (5 AÑOS MÍNIMO)**

Telf. Oficina  
Telf. Móvil

959 55 58 69  
959 55 58 68  
606 35 96 96

Telf. Fábrica  
Fax.

959 50 82 50  
959 55 58 49  
959 55 58 67

Aptdo de Correos 68 - 21600 Valverde del Camino

[www.fortetub.com](http://www.fortetub.com) [fortetub@fortetub.com](mailto:fortetub@fortetub.com)

HUELVA - ESPAÑA