

# Fertilización razonada de los principales cultivos de regadío en Zonas Vulnerables de Navarra

JESÚS IRAÑETA; ANGEL MALUMBRES; LUCÍA SANCHEZ; JOSÉ JOAQUÍN RODRIGUEZ EGUILAZ; JOAQUÍN GARNICA; JESÚS M<sup>º</sup> ROMERO

Con este artículo pretendemos marcar las pautas para la fertilización razonada de los principales cultivos de regadío de Navarra. Dada la diversidad de los mismos resulta imposible abordar las recomendaciones detalladas de cada uno en este documento. No obstante en el siguiente capítulo de esta serie se mostrará la tabla de recomendación para todos ellos.

Nos centraremos especialmente en el Nitrógeno por tratarse del nutriente de mayor trascendencia tanto desde el punto de vista agronómico como medioambiental. Por tanto, la información expuesta cobra **especial interés en las Zonas Vulnerables** por la necesidad de optimizar en ellas el uso eficiente del N.

Se han seleccionado los cultivos de regadío porque es a los que se destinan mayores cantidades de N mineral, para centrar sobre ellos los esfuerzos de ajuste de la fertilización. Para eso, se han considerado las superficies ocupadas por cada cultivo y se ha estimado los aportes nitrogenados que reciben.

Concretaremos más detalladamente las recomendaciones de fertilización en los cultivos de maíz, cereal de invierno y brócoli, ya que a ellos se destina el 80% del N aportado en regadío, por esta razón el presente artículo se centra en ellos.

## 1. Cantidad de N aportada por cultivo en regadío en Navarra.

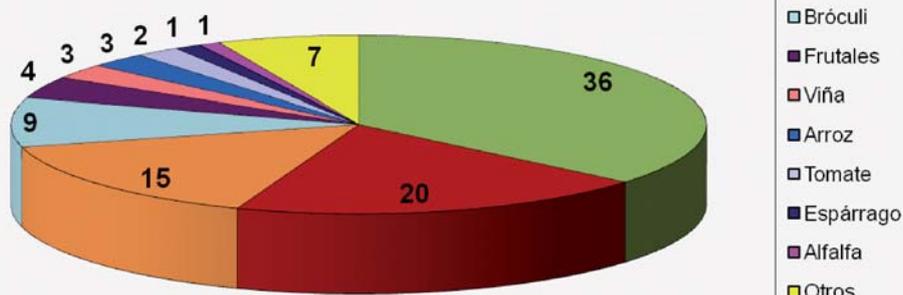
Para evaluar a qué cultivos de regadío se destina el N aplicado en Navarra, se ha considerado la superficie ocupada por cada uno de ellos y se ha estimado que se fertiliza según la recomendación del ITGA. Los datos de superficie se han tomado de la publicación Coyuntura Agraria (Gobierno de Navarra), correspondientes al mes de octubre de 2010.

En la tabla 1 puede observarse para cada cultivo la superficie dedicada, las toneladas de N que recibe y el porcentaje que supone esa cantidad respecto al total aportado. (Gráfico 1)

Tanto desde el punto de vista agronómico como medioambiental, cada día toma más importancia la realización de una fertilización razonada. A la vista de los datos anteriores, resulta evidente sobre qué cultivos debemos centrar los esfuerzos para ajustar los aportes fertilizantes, especialmente el N, por el impacto que puede provocar su exceso.

Gráfico 1:

**Porcentaje del N aportado destinado a cada cultivo.  
Cultivos de regadío 2010**



**Tabla 1: Estimación de la superficie y toneladas de N aportadas a cada cultivo en el regadío de Navarra.**

(Datos de superficie de Coyuntura Agraria)

Cultivo	Hectáreas	Toneladas N	% N Aport
Maíz grano	14.871	4.015	33,75
Trigo	13.375	2.408	20,24
Cebada	12.577	1.887	15,86
Bróculi (1)	6.623	1.095	9,2
Frutales	5.450	486	4,09
Viña	11.000	330	2,77
Arroz	2.355	330	2,77
Tomate	2.138	257	2,16
Espárrago	761	152	1,28
Alfalfa	6.694	134	1,13
Otros	6.895	803	6,75
<b>TOTAL</b>	<b>82.739</b>	<b>11.895</b>	<b>100</b>

(1) Bróculi + Coliflor

Conviene diferenciar en este caso extracciones del cultivo, (lo que el cultivo absorbe en su totalidad), de exportaciones, (lo que sacamos de la finca). Es decir, si se envuelven los restos de un maíz, las exportaciones son solo los nutrientes contenidos en el grano, pero no los de la caña y hojas. Esta consideración resulta especialmente importante para el potasio porque, al encontrarse principalmente en la paja, las necesidades de este nutriente se reducen a un tercio al envolver los restos del cultivo.

## 2. Elaboración del Plan de Fertilización.

La aplicación razonable de fertilizantes tiene como objetivo aportar la dosis ajustada para garantizar el óptimo rendimiento económico para el agricultor, asegurando el mantenimiento de la fertilidad del suelo y al mismo tiempo minimizando el impacto medioambiental. Eso requiere un planeamiento y un buen conocimiento de los efectos del abonado.

Dada la diferente dinámica de los nutrientes en el suelo, el plan de fertilización se establece de manera distinta para el Fósforo y Potasio que para el N, ya que los dos primeros son poco móviles en el suelo y no sufren pérdidas, mientras que para el N es importante tanto el ajuste de la dosis como del momento de aplicación.

### 2.1.- Fósforo y Potasio

Solamente el 15-20% del Fósforo y el 20-30% del Potasio aportados para el cultivo son absorbidos durante el año, mientras que el resto procede de los nutrientes contenidos en el suelo. El fósforo no aprovechado el año de aporte queda bloqueado por los carbonatos del suelo, pero se irá liberando paulatinamente y servirá para cultivos posteriores. Lo mismo ocurre con el potasio que puede bloquearse con las arcillas.

Como consecuencia de esto, el aporte de estos elementos tiene como objetivo fundamental el mantenimiento de un nivel adecuado en el suelo. Por tanto, excepto para cultivos exigentes como los hortícolas, es suficiente con aportar las exportaciones previstas e incluso resulta más sencillo en muchos casos simplemente restituir las exportaciones del cultivo anterior.

Generalmente las recomendaciones en estos elementos se basan en estudios de extracciones, dado que las zonas en que trabajamos reciben asiduamente abono fosforado y como consecuencia el nivel de los suelos difícilmente es deficitario. En estas condiciones resulta prácticamente imposible encontrar respuesta productiva a corto plazo a los aportes de este elemento. Exactamente lo mismo ocurre con el potasio.

Cuando hablamos de cultivos exigentes en fósforo, como las hortícolas, no significa que consuman altas cantidades de este elemento, sino que precisan de niveles más altos en suelo para satisfacer sus necesidades. A estos cultivos se les aporta más Fósforo del que absorben para asegurar su correcto desarrollo en las primeras fases del cultivo. Tras la cosecha, el suelo queda enriquecido en este elemento.



## 2.2.- Nitrógeno

El establecimiento de una dosis correcta de N para un cultivo resulta relativamente complejo porque intervienen diversos factores, algunos de ellos difíciles de controlar.

El objetivo de una recomendación de fertilización nitrogenada es cubrir las necesidades del cultivo con la mínima dosis de fertilizante. Dada la dinámica del N en el suelo y la facilidad de ser lavado si hay drenaje, es preciso conocer bien las necesidades del cultivo en cada momento de su desarrollo para ajustar la dosis y el momento de aplicación, de modo que se consiga la máxima eficiencia. Además debemos conocer el N disponible en el suelo, para descontarlo de la dosis a aplicar.

Se muestra el Gráfico 2 como ejemplo de ajuste del abonado a la demanda del cultivo. El abonado debe cubrir la diferencia entre las necesidades y el aporte del suelo, teniendo en cuenta que ambos valores pueden variar en función de las parcelas. Por eso es difícil establecer una dosis fija de abonado para un cultivo.

Uno de los sistemas que se utilizan para calcular esa recomendación es el Sistema de los Balances, que considera por una parte las Entradas de N al suelo y las Salidas tratando de equilibrar la balanza, de ahí su nombre. (Gráfico 3) La cantidad de abono mineral que se debe aportar deberá equilibrar la balanza.

### Entradas:

- **N mineral del suelo:** Se trata del N del suelo en forma mineral, es decir Amónica o Nítrica. Suele ser una cantidad baja y disponible por el cultivo.

Gráfico 2:

Se debe contar con el N aportado por el suelo para calcular la dosis de abonado a aportar.



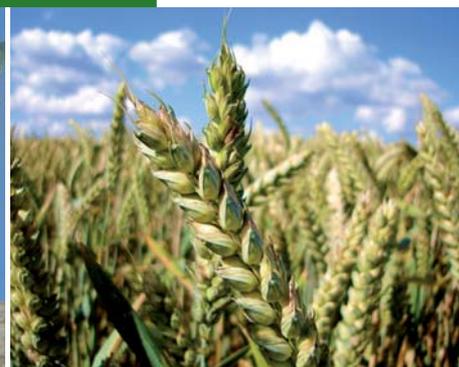
Gráfico 3: Sistema de los balances.



Fuente ITGA

- **Mineralización de la materia orgánica:** Al descomponerse, la materia orgánica aportan nutrientes útiles para los cultivos, entre ellos N.
  - **Abonos orgánicos:** Aportan grandes cantidades de nutrientes útiles, el N utilizable es función de su composición, dosis y forma del N aportado.
  - **Agua de riego:** Las aguas cargadas de nitrato aportan considerables cantidades de N. En Navarra esta situación es excepcional, pero puede darse.
  - **Restos de cosecha:** En función de su composición pueden aportar importantes cantidades de nutrientes.
  - **Abonos minerales:** Dada su conocida composición, facilidad de manejo, etc, permiten un ajuste preciso de la dosis y momento de aplicación.
- Salidas:**
- **Extracciones del cultivo:** Suponen las principales salidas del sistema, e incluye la cosecha y los restos de la misma.
  - **Pérdidas del sistema:** las principales son: el Lavado de nitratos o lixiviado. Y las pérdidas gaseosas por volatilización o desnitrificación.

# Recomendación por cultivos



Para calcular las dosis de abonado para cada cultivo deben conocerse sus necesidades nutritivas, la contribución del suelo en el aporte de nutrientes y la eficiencia de utilización del abono del cultivo. De esta forma podemos ajustar el aporte de abonos minerales. (Grafico 2).

Generalmente a través de la experimentación se conocen bien las necesidades de cada cultivo, pero deben evaluarse las características que influyen en la dinámica de los nutrientes, especialmente del N, como: tipo de suelo, cultivo precedente, aportes orgánicos, manejo de restos de cosecha, climatología, etc. Los Organismos que nos dedicamos a realizar recomendaciones de fertilización muchas veces, ya sea por iniciativa propia o por demanda del agricultor, aportamos una "receta de abonado" para un cultivo. En nuestro caso, el ITGA, esa norma se elabora generalmente en base a ensayos realizados durante varias campañas y se ajusta bien a la mayoría de situaciones. Sin embargo, el exhaustivo conocimiento por parte del técnico asesor y agricultor de las características antes mencionadas de las parcelas, permite un mejor ajuste de la dosis a aportar.

## Plan de fertilización para un cultivo:

A la hora de establecerlo se suelen seguir los siguientes pasos:

### 1.- Cálculo de extracciones del cultivo en los nutrientes principales.

Resulta difícil dar valor a todos los conceptos que forman parte del balance sin una experimentación de campo que permita medir al menos los más importantes.

Por parte del ITG Agrícola se han llevado a cabo numerosos ensayos a partir de los cuales se elabora una recomendación general, que posteriormente puede ajustarse en función de las características de la parcela.

**2.- Estimación de los aportes del suelo** para ajustar el aporte de abonos minerales. En este apartado deben considerarse todos los puntos descritos como entradas en el balance (gráfico 3), excepto los abonos minerales, cuyo ajuste nos permite abonar correctamente. En el caso de aporte de abonos orgánicos, la cantidad de nutrientes aplicados puede ser muy elevada.

**3.- Cálculo de los nutrientes a aportar.** A veces, no coinciden extracciones y necesidades de aporte debido a la variabilidad de la aportación del suelo y porque la eficiencia de los nutrientes aportados no es del 100%.

**4.- Dinámica o épocas de absorción de los nutrientes** del cultivo para garantizar una nutrición satisfactoria durante todo el ciclo vegetativo. Es-

te aspecto resulta especialmente importante para el N, puesto que si lo aplicamos en el momento que el cultivo lo necesita se mejora notablemente la eficiencia del mismo.

**5.- Elección de abonos y época de aplicación.** Generalmente se aporta una parte como abonado de fondo o sementera, donde se ajusta el fósforo y potasio con algo de N. Posteriormente, en el denominado abonado de cobertera se ajusta la dosis de N, aportando en una o varias veces, coincidiendo con los momentos de altas necesidades del cultivo.



Dentro de esta serie sobre fertilización, vamos a analizar y valorar las aportaciones de nutrientes y abonado que son necesarios para 3 cultivos extensivos, que son mayoritarios en Navarra: el MAÍZ, el BRÓCULI y el CEREAL DE INVIERNO (trigo-cebada)

A continuación se analiza el maíz y en el próximo número de la revista se informará sobre los otros dos cultivos.



# maíz

## 1. Extracciones del cultivo.

Para comenzar se muestra en la tabla 2 las extracciones del cultivo para producir una tonelada (t) de grano comercial, es decir al 14 % de humedad. Se consideran las extracciones de la planta completa, paja y grano, pero se dan por tonelada de grano porque es el dato que solemos conocer con la cosecha obtenida.

Es interesante observar la distribución de nutrientes en la planta. El potasio se encuentra sobre todo en la caña y hojas, de manera que si se incorporan los restos de cosecha las exportaciones de este elemento son muy escasas, y debe reducirse notablemente el abonado.

**Tabla 2: Extracciones del maíz por tonelada de grano**

	N	Fósforo	Potasio
Grano	12	6,5	6
Paja	8	2,5	12
Kg / t grano	20	9,0	18

**Tabla 3: Aporte de nutrientes del suelo por encima de la situación de referencia, en función del cultivo precedente y destino de los restos del maíz anterior.**

Aporte del suelo	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Cultivo precedente			
Hortícola	70	50	50
Alfalfa	70	0	0
Restos de cosecha maíz			
Incorporados		20	60

## 2. Estimación del aporte del suelo y abonos orgánicos.

Válido para todos los cultivos

Para estimar el aporte en fósforo y potasio lo ideal es disponer de un análisis de suelo y una norma de interpretación adaptada a la zona. Cuando no se dispone del mismo, en suelos normalmente fertilizados cabe esperar que el contenido de riqueza sea medio. Para cultivos poco exigentes, como el maíz, una práctica muy segura es el mantenimiento de los niveles del suelo; por tanto las recomendaciones se limitarán a cubrir las extracciones del cultivo.

Sin embargo para el N, como se ha visto con anterioridad, el aporte del suelo puede variar de forma notable debido a las características del mismo y su manejo.

Normalmente, las recomendaciones se establecen para la situación más habitual de la zona respecto al tipo de suelo y condiciones de manejo. Es decir, se da por hecho una serie de características del terreno para las que se estima su contribución en nutrientes. Si las características de la parcela que vamos a fertilizar cambian, debe adaptarse la fertilización. En nuestro caso, se toma como referencia un suelo

de fertilidad media (materia orgánica 1,5-2 %), cultivo de maíz tras maíz con restos exportados y riego por aspersión, por tanto las recomendaciones están adaptadas a esta situación. En otras circunstancias de cultivo, como la aportación del suelo es mayor, podrá reducirse la dosis de abonado. Se muestran en la tabla 3 los nutrientes extra aportados por el suelo, por encima de la situación de referencia estimada, para otras situaciones de cultivo.

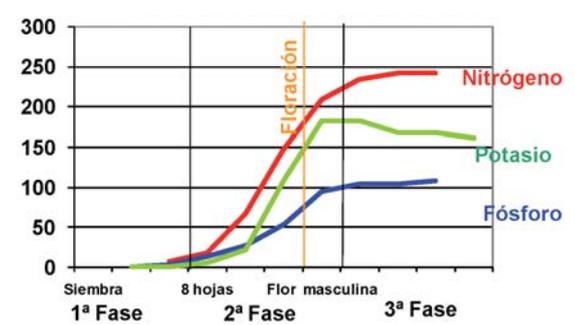
### Aporte de abonos orgánicos:

Suministran importantes cantidades de nutrientes, que este cultivo los aprovecha muy bien.

En general la eficiencia del fósforo y potasio aplicado es similar a la de los abonos minerales, por lo que se le puede atribuir un valor del 100% respecto a estos.

La eficiencia del N en el año de aporte ronda el 60% para los abonos ricos en N Amoniacal (Tipo C: Purín de porcino, aves); 40% para los ricos en N orgánico (Tipo A: estiércol ovino, vacuno) y el 50% para los intermedios (Tipo B: purín vacuno). En el caso del purín de porcino como fertilizante del maíz, la eficiencia reseñada es el resultado de varios ensayos realizados por el ITGA. Para ampliar la información sobre este tema, véase el artículo del número 184 de Navarra Agraria: "Valoración agrón-

**Gráfico 4: Ritmo de absorción de los elementos fertilizantes por el maíz (U F/ha)**



mica de la materias orgánicas” (disponible en [www.navarraagraria.com](http://www.navarraagraria.com)).

No debe olvidarse descontar del abonado mineral los nutrientes útiles aportados por las materias orgánicas (estiércol, purín...).

### 3. Cálculo de necesidad de nutrientes y dinámica de absorción.

Se representa en el gráfico 4 las cantidades de nutrientes extraídos por el cultivo del maíz y el ritmo de absorción, de forma que puede deducirse las necesidades de abonado y el momento idóneo de aporte del N para optimizar su eficiencia.

Como puede observarse, dividimos el ciclo del cultivo en tres fases:

- **Primera:** Comprende de nascencia hasta 8 hojas. La absorción de nutrientes es muy baja.
- **Segunda fase:** Abarca el periodo de 8 hojas hasta el oscurecimiento de las sedas de la mazorca. Se produce entonces un rápido crecimiento con una gran demanda de nutrientes. En este momento es cuando el cultivo debe tener a su disposición el N que necesita.
- **Tercera fase:** La absorción de nutrientes es muy baja, corresponde la período de desarrollo de la mazorca.

Las necesidades del cultivo en fósforo y potasio coinciden con las extracciones. Sin embargo como la eficiencia del N es más baja, deben incrementar-

se ligeramente las extracciones para satisfacer las necesidades del cultivo. (Tabla 4)

### 4. Épocas de aplicación y elección de abonos.

Como la mayoría de los cultivos, lo lógico es repartir el abono en al menos dos momentos, el primero corresponderá al abonado de fondo o sementera y posteriormente el de cobertera con el cultivo implantado.

#### Abonado de fondo o sementera:

Se aporta antes de la siembra. Su objetivo es aportar al suelo todo el fósforo y potasio que el cultivo va a necesitar y una pequeña parte del N, la suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo hasta la cobertera.

Debe realizarse ajustando la dosis de fósforo, puesto que es el elemento más importante en esta fase de cultivo. La cantidad absorbida en este periodo es pequeña pero en muchos casos resulta de vital importancia para la buena implantación del cultivo.

La dosis de N no debe ser muy alta en este momento porque las necesidades del cultivo son muy bajas hasta que alcanza las 8 hojas. Es suficiente con 50-60 UF/ha y el resto lo aportaremos en cobertera mejorando la eficiencia del abono.

#### Abonado de cobertera:

En riego por inundación, se aporta el N

con el maíz en 6-8 hojas, (un cultivo más adelantado no permite el paso de maquinaria), todo de una vez y generalmente con abonos sólidos.

En riego por aspersión, puede aplicarse con abonos líquidos en fertirrigación, (abono disuelto en el agua de riego), fraccionando en 2 ó 3 aportes. En este tipo de riego, donde se ajusta bien el caudal, las pérdidas por lixiviación (lavado) resultan escasas y es aceptable una única aplicación

En cualquier caso, si la aportación se realiza con abonos sólidos será recomendable:

- Regar tras el aporte para evitar pérdidas por volatilización.
- Conviene que las hojas de la planta estén secas para evitar que el gránulo de abono no se quede adherido a las mismas y reducir las quemaduras foliares.
- Con urea se reducen las quemaduras respecto al NAC.

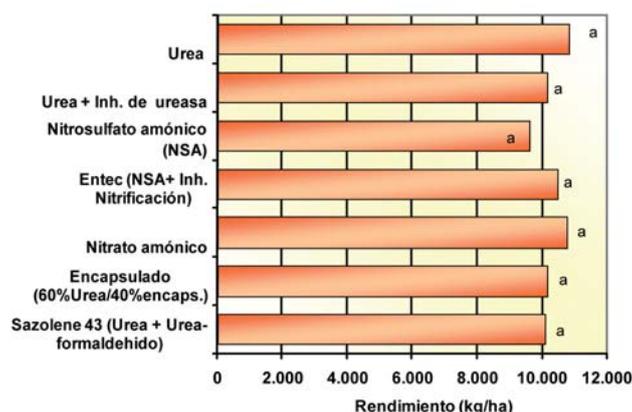
#### Elección del abono:

Como abono de fondo, se debe elegir un abono complejo, de modo que al ajustar la dosis de fósforo, el potasio se ajuste razonablemente bien y no muy rico en N porque la eficiencia del N en esta época no es muy buena. Reuniendo estas condiciones, la calidad y precio del abono serán determinantes en la elección.

Tabla 4: Necesidad de nutrientes (UF/ha) del maíz para distintas situaciones de cultivo.

Situación de partida		Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Suelo fertilidad media Riego : aspersión Maíz tras maíz, restos exportados Agua de riego: sin nitratos Sin aporte de abonos orgánicos				
Por tonelada de grano		24	10	12
<b>Para 10 toneladas de grano</b>		<b>240</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
Otras situaciones				
Cultivo precedente	Hortícola	180	50	50
	Alfalfa	180	100	150
Destino restos maíz	Incorporados	240	80	60
Riego Inundación		290	100	120

Gráfico 5: Respuesta productiva del maíz a distintos tipos de abono nitrogenado.





# maíz

## Recomendación práctica para una situación de referencia dada.

Como abono de cobertera el ITG Agrícola ha ensayado numerosos abonos nitrogenados para comprobar la eficiencia de los mismos en nuestras condiciones de cultivo. Puede observarse en el gráfico 5 los resultados correspondientes a un ensayo que no muestra diferencias significativas entre los distintos productos ensayados. Estos mismos resultados se han repetido en otros ensayos.

Por tanto, como el precio de los abonos especiales suele ser notablemente más caro que el de los convencionales y no se han encontrado diferencias de eficiencia entre los distintos productos, no se justifica el uso de los abonos especiales en detrimento del abono mineral convencional. Si el abono reúne unas buenas condiciones físicas, elegiremos el que nos proporcione el kg de N más económico, habitualmente la urea.

Situación de partida	
	Suelo fertilidad media
	Riego : aspersión
	Maíz tras maíz, restos exportados
	Agua de riego: sin nitratos
	Sin abonos orgánicos

Recomendaciones en kg de Fertilizante			
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Por tonelada de grano	24	10	12
<b>Para 10 toneladas de grano</b>	<b>240</b>	<b>100</b>	<b>120</b>

Recomendaciones en kg de abonos				
Abono	kg/ha	Aporte de UF por ha		
<b>Abonado Fondo</b>				
9-23-30	440	40	100	132
<b>Ab. Cobertera</b>				
Urea 46 %	435	200		
<b>Total</b>		<b>240</b>	<b>100</b>	<b>132</b>

**Ejemplo para una situación diferente:** En un cultivo de maíz tras maíz, si los restos de la cosecha se hubieran incorporado, se podría reducir el abonado de fondo a 350 kg/ha (tabla 4: 80 UF de fósforo)



## AHIVA EL AGUA, S.L.

● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

PREMIO DEL CLUB DE INVENTORES ESPAÑOLES al “Mejor sistema para instalación enterrada de tuberías”

### SISTEMA PATENTADO - SIN APERTURA DE ZANJA

SISTEMA QUE UTILIZA AHI VA EL AGUA



- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

SISTEMA TRADICIONAL



Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por “AHI VA

EL AGUA” logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salitrosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas.

Calle Alfonso el Batallador, 12 - 3º D. Teléfono: 948 256 608. Móvil: 608 977 302. 31007- PAMPLONA (NAVARRA)