



## ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN CON PURÍN PORCINO, EN CEREALES DE INVIERNO DE SECANO

Azanuy (Huesca), en laboreo tradicional y Farasdués (Zaragoza), en siembra directa  
(2003-2008)

# Índice

	Página
<b>1. Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Diseño experimental</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Ensayo de Azanuy (Huesca), en laboreo tradicional y secano semiárido</b> .....	<b>7</b>
4.1. Referencias pluviométricas de estaciones próximas .....	7
4.2. Condiciones iniciales del suelo .....	7
4.3. Resultados de producción .....	8
4.4. Efectos más destacables sobre la evolución del suelo .....	9
<b>5. Ensayo de Farasdués (Zaragoza), en siembra directa y secano subhúmedo</b> .....	<b>10</b>
5.1. Referencias pluviométricas .....	10
5.2. Condiciones iniciales del suelo .....	10
5.3. Resultados de producción .....	11
5.4. Serie mineral comparativa .....	12
5.5. Efectos más destacables sobre la evolución del suelo .....	13
<b>6. Consideraciones finales</b> .....	<b>13</b>
6.1. Sobre la eficiencia de los purines aplicados en otoño .....	13
6.2. Sobre las dosis de purín a utilizar .....	14
6.3. Sobre la evolución del contenido de nutrientes y de la materia del suelo .....	14
6.4. Sobre la economía de la producción agraria .....	15
<b>7. Referencias bibliográficas</b> .....	<b>15</b>

## 1. Introducción

Los ensayos, cuyos resultados vamos a reseñar, se realizaron a través del Convenio entre el Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón y la Caja Rural Aragonesa y de los Pirineos-MultiCaja, (Plan demostrativo y de difusión de técnicas agrarias y de gestión técnico-económica).

En la programación y diseño de estos ensayos participaron el Centro de Transferencia Agroalimentaria, el Laboratorio Agroalimentario y la Unidad de Suelos y Riegos del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

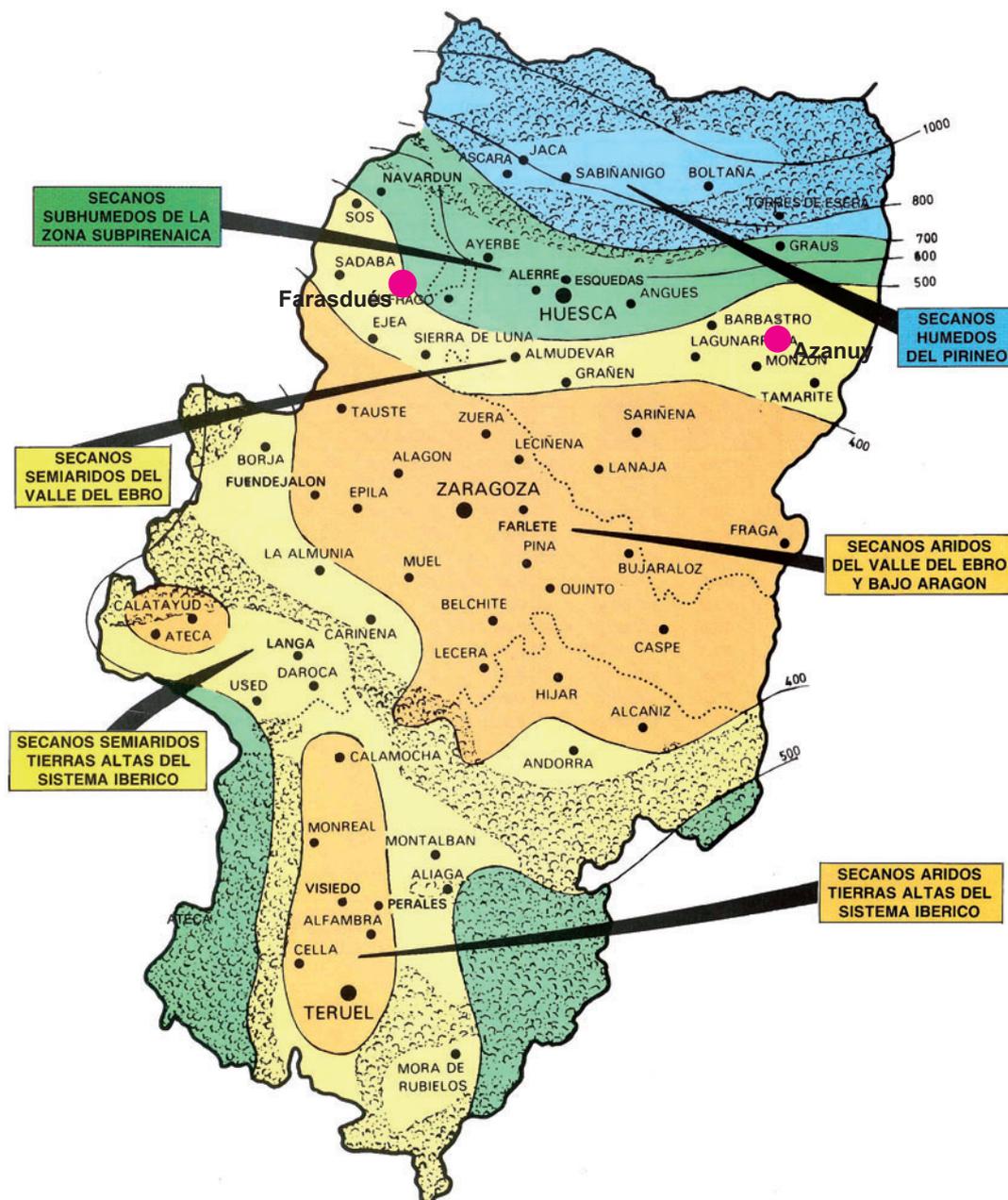
El estudio de esta **fertilización orgánica en los cereales de invierno** tenía, y tiene hoy en día, su justificación, de una parte, por el gran peso que tiene el conjunto de los cereales (incluido el maíz) en **nuestra Comunidad** en el consumo de fertilizante nitrogenado, con casi un 62% del total<sup>(4)</sup>, y una gran superficie de cultivo, repartida por todo el territorio, y por otra, la importancia del sector porcino en Aragón, con 5,5 millones de plazas (91%, en explotaciones de cebo) que generan **unos 8,3 millones de metros cúbicos de purín** (2008-2009), y **que contienen del orden de las 46.000 toneladas de N**<sup>(5)</sup>.

También resaltar que están planteados para una situación de cultivo anual reiterado, sin la práctica del barbecho, y que permitirían un aprovechamiento anual y sistemático de los purines generados en las granjas.

Con esta Información, se recoge una visión global de los **resultados obtenidos durante seis años del ensayo**, justificando la **posibilidad clara de sustituir una parte importante de la fertilización mineral por aplicaciones de purín porcino**, con más de una estrategia (aplicaciones ajustadas anuales o vislumbrando las posibilidades de aplicación cada dos años, etc.). Temas más específicos y con mayor profundidad, serán publicados en posteriores trabajos.

También nos permitirá –observando simplemente la amplitud y cuantía de las respuestas productivas que presentan en función de la pluviometría (*figura 1*)– cuantificar la diferencia entre ambos tipos de situaciones, que aún siendo las dos en condiciones de secano, e incluso situados ambos en el área de los secanos semiáridos del Valle del Ebro, sus resultados van a ser muy diferentes. Un ensayo situado en Azanuy (Huesca) en secano semiárido y otro en Farasdués (Zaragoza) prácticamente secano subhúmedo.

**Figura 1. Mapa de zonas agroclimáticas de la Comunidad de Aragón**



Fuente: Centro de Semillas y Plantas de Vivero, y C.T.A. en sus referencias para Cultivos Herbáceos

## 2. Objetivos

**2.1.** El **objetivo principal** trataba de **comprobar** si realmente **la eficiencia del N contenido en los purines porcinos aplicados en otoño en nuestros secanos**, era superior a la indicada por las **referencias europeas**: Heduit (1985), citadas en<sup>(1)</sup> y<sup>(2)</sup> –en las que se atribuía solamente una eficiencia del 30% a las aportaciones de purín en otoño–, **o si, por el contrario, era más elevada** y se producía un efecto residual para los años siguientes de acuerdo con las tesis de Danés et al.<sup>(3)</sup>, sobre los trabajos de **Pratt (1973)**: con mejores eficiencias y con dichos efectos residuales, que llevarían a proponer dosis de aplicación de purín decrecientes en el tiempo.

También se trataba de estudiar:

**2.2.** **Con más precisión, las dosis de purín a aplicar en nuestros secanos**, comparados con la fertilización mineral, desde el momento que comenzaba a disponerse de métodos rápidos de campo para conocer el contenido real en N de los purines: Agros ®, Quantofix ®, inicialmente, y más recientemente por conductimetría (Yagüe et al. 2008)<sup>(6)</sup>.

**2.3.** **La evolución de la fertilidad del suelo**, tanto en las aplicaciones reiteradas de purín, como en el caso del testigo sin ninguna fertilización.

**Y como aspectos complementarios a reseñar:**

Que dado el avance registrado en las técnicas de laboreo mínimo o de siembra directa, se planteó que uno de los ensayos se realizase en la modalidad de laboreo tradicional (en Azanuy), y el otro, en siembra directa (en Farasdués, **foto 5**), si bien al no realizarse en paralelo en ambas localidades, no podremos obtener información comparativa.

También, que se incluyó en el protocolo del ensayo la obligación de agitar sistemáticamente el purín de las fosas antes de la carga del mismo, con objeto de obtener un purín homogéneo y representativo de todo el volumen de la fosa, y fue uno de los costes incluidos en su ejecución para la adquisición de los correspondientes equipos agitadores. Sin embargo no pudo comprobarse sistemáticamente, ni se estudió el tratamiento "nulo" de cargar sin agitación la masa del purín, por lo que no podemos extraer ninguna información comparativa.

## 3. Diseño experimental

Por la dificultad de la aplicación del purín con el sistema tradicional con cubas o cisternas, que lanzan a presión dicho subproducto, en forma de "abanico", en las mismas condiciones en las que lo aplicaban los agricultores, en el momento de diseño se optó por un planteamiento de "aplicación en bandas" (**foto 1**) con dos repeticiones para cada tratamiento, tal como se recoge en la **figura 2**, y tal como se distribuyeron los tratamientos, al azar en la parcela.



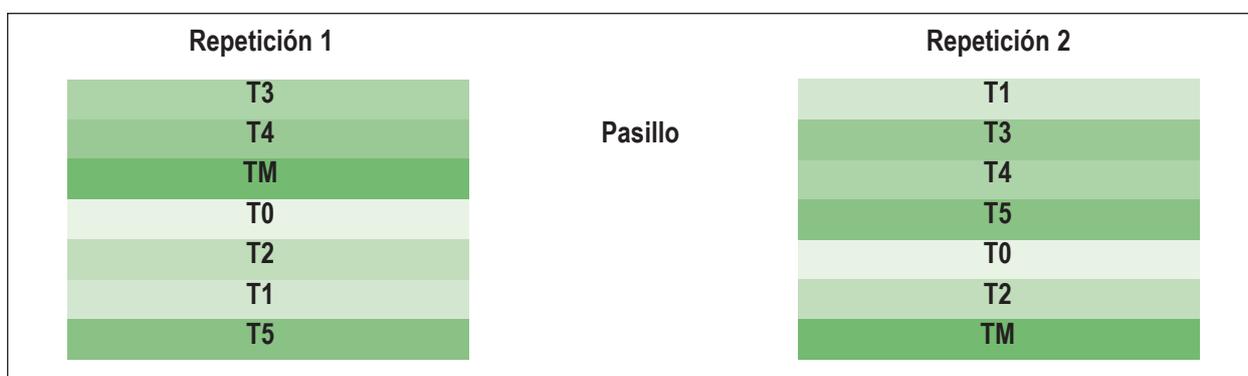
**Foto 1.** Vista general del ensayo de Farasdués

El tamaño de las parcelas de cada repetición fue de: 64 x 12 m, en Azanuy, y de 60 x 10 m en Farasdués.

Los **Tratamientos** a comparar fueron los siguientes:

- **T1 y T2, aplicaciones ajustadas de purín de cebadero, que se efectuaban uno de cada tres años**, e iban desfasadas un año entre sí (*tabla 1*): es decir, en el primer año (2003) se aplicó purín en las bandas T1, en las bandas de T2 se hizo al año siguiente (2004). *La calificación de "ajustada" se refiere a que respondería a las recomendaciones de abonado para las extracciones de la producción habitual de la parcela, aunque en realidad, en estos tratamientos T1 y T2, no sea tal, porque sólo se fertiliza una vez cada tres años.*
- **T3 y T4, aplicaciones altas de purín**, también efectuadas, **uno de cada tres años**, igual que en el caso anterior. *La calificación de "alta", se hace con relación a las aplicadas en T1, T2, y T5 –pues se aumentan en un 50%–, pero con la misma salvedad de que su aplicación real, será de sólo una aplicación cada 3 años.*
- **T5, aplicación ajustada de purín** (la misma dosis que T1 y T2), pero **repetida todos los años del ensayo.**

**Figura 2. Diseño experimental**



- **TM, fertilización mineral de referencia**, ajustada a las producciones históricas de la parcela del ensayo, **repetida todos los años.**
- **T0, tratamiento control, sin ningún aporte de fertilizante** (ni mineral, ni de purín) en los seis años del ensayo.

La secuencia gráfica de dichos tratamientos se refleja en la *tabla 1*, donde el año indicado corresponde al momento de la cosecha, y las dosis de purín son las correspondientes al ensayo de Azanuy.

**Tabla 1. Tratamientos de fertilización realizados en el ensayo de Azanuy (2003-2008)**

Tratamientos / Años	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TM, sólo mineral	M* <sup>1</sup>	M	M	M	M	M
T0, sin fertilización	0	0	0	0	0	0
T1, dosis purín* <sup>2</sup> ajustada	20 m <sup>3</sup>	0	0	20 m <sup>3</sup>	0	0
T2, dosis purín ajustada	0	20 m <sup>3</sup>	0	0	20 m <sup>3</sup>	0
T3, dosis purín alta	30 m <sup>3</sup>	0	0	30 m <sup>3</sup>	0	0
T4, dosis purín alta	0	30 m <sup>3</sup>	0	0	30 m <sup>3</sup>	0
T5, dosis purín ajustada, aplicación anual	20 m <sup>3</sup>					

\*<sup>1</sup> M: Fertilización mineral de referencia fue aplicada en fondo y cobertura.

\*<sup>2</sup> Dosis de purín aplicada (m<sup>3</sup>/ha) exclusivamente en fondo.

La **fertilización con purín de cebo** aplicada en **T1, T2, T3, T4 y T5** (*foto 3*) fue:

La **dosis ajustada de purín** (T1 y T2), y de acuerdo con las producciones históricas de las parcelas, se establecieron en **20 m<sup>3</sup>/ha** de purín de cebadero, para **Azanuy**, y en **30 m<sup>3</sup>/ha** en **Farasdués**.

Las **dosis altas de purín** (T3 y T4), fueron: **30 m<sup>3</sup>/ha** para **Azanuy**, y de **40 m<sup>3</sup>/ha** en **Farasdués**.

Esta primera dosificación en el establecimiento del diseño, se realizó sobre unos valores orientativos en función de las referencias bibliográficas medias sobre la riqueza de los purines de cebaderos. A partir del 3<sup>er</sup> año, en que sistemáticamente se analizaba el purín con métodos rápidos en campo, se pudieron aplicar con mayor precisión las dosis de purín programadas.

La **fertilización mineral de referencia** (TM), aplicada fue:

Ensayo **Azanuy**: - N: 33,3 kg N/ha en fondo, y 66,6 kg N/ha en cobertera. Total: **100 kg de N/ha**.

- Se aplicaron 70 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, en fondo.

Ensayo **Farasdués**: - N: 44 kg N/ha en fondo, y 88 kg N/ha en cobertera. Total: **132 kg de N/ha**.

- Se aplicaron 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, en fondo.

A título de curiosidad, estas cantidades de nitrógeno, si las comparásemos con las establecidas en los Programas de Actuación sobre las zonas vulnerables de Aragón (el primero de ellos publicado en el BOA de 03/01/2000), serían las máximas permitidas para producciones de cereal de invierno (a razón de 30 kg N/t de grano obtenido) de  $100/30 = 3,3$  t de grano/ha (Azanuy) y  $132/30 = 4,4$  t de grano/ha (Farasdués). Que como se verá más adelante, son bastante aproximados a las producciones medias que alcanzaron en los ensayos los tratamientos fertilizados todos los años.

*Las aplicaciones de 20 m<sup>3</sup>/ha de purín de cebadero por ha (estimado inicialmente con las referencias francesas de un contenido de 5,9 kg N/m<sup>3</sup> para el purín de cebadero), nos llevarían a unos aprovechamientos teóricos de:  $20 \times 5,9 \times 0,3 = 35,40$  kg de N/ha (según la teoría europea), o de 81-88 kg de N/ha (según la teoría de Pratt).*

*Las aplicaciones de 30 m<sup>3</sup>/ha del mismo purín, supondrían igualmente, unos aprovechamientos teóricos de: 53,10 kg de N/ha (t. europea), o de 120-130 kg de N/ha (t. de Pratt).*

### **Serie mineral comparativa (sólo nitrógeno), aplicado en cobertera**

En el ensayo de Farasdués (*foto 2*), se subdividieron los tratamientos cero (T0) en cuatro subparcelas, donde además del cero de fertilizante, se **aplicaron en cobertera: 40, 80, y 120 kg de N/ha** (CobM40, CobM80 y CobM120 respectivamente), que permitieron contrastar los resultados de las distintas modalidades de purín con la modalidad de **fertilización mineral, sólo en cobertera**.



**Foto 2.** Ensayo de Farasdués

## 4. Ensayo de Azanuy (Huesca) en laboreo tradicional y secano semiárido

### 4.1. Referencias pluviométricas de estaciones meteorológicas próximas

En la *tabla 2*, se reflejan los datos de las estaciones de referencia pluviométrica más próximas de Selgua y Tamarite:

**Tabla 2. Valores de pluviometría (L/m<sup>2</sup>) en las estaciones meteorológicas de Selgua y Tamarite y valores medios para el año agrícola (septiembre a agosto) y periodo (septiembre a mayo)**

Año	Año agrícola (sept. a agosto)			Periodo: sept. a mayo			Observaciones
	Estaciones		Valores medios	Estaciones		Valores medios	
	Selgua	Tamarite		Selgua	Tamarite		
2003	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	540,4	-	-	486,8	-	-
2005	271,2	233,0	252,10	185,4	158,0	171,7	Cosecha nula
2006	325,8	258,0	291,9	245,8	205,0	225,4	-
2007	359,6	306,0	332,8	323,0	277,6	300,3	-
2008	230,4	327,0	278,7	170,6	231,2	200,9	-
Media/4 años	<b>296,75</b>	<b>281,0</b>	<b>288,8</b>	<b>231,2</b>	<b>217,9</b>	<b>224,5</b>	
Media/5 años	--	332,8	--	--	271,7		

Fuente: Oficina del regante. <http://servicios.aragon.es/oresa/datosMeteorologicos.inicio.do?javascript=true>

### 4.2. Condiciones iniciales del suelo

En la parcela de nuestro ensayo, se partía de un suelo de textura entre **franco-limosa**, y **franco-arcillo-limosa**. Es decir, con gran abundancia de partículas finas.

La característica más importante de este suelo es la **presencia importante de yeso** en toda la profundidad del mismo. Esto limita fuertemente la retención de agua (ya escasa de por sí por las condiciones climáticas) y también la retención de nutrientes. **En suelos de este tipo se requiere un aporte frecuente y continuo de nutrientes para mantener la fertilidad**. Siendo esto cierto, en el caso de Azanuy, con baja pluviometría, los nutrientes aportados en fondo pueden permanecer en la zona explorada por las raíces, por esa escasez de agua incapaz de desencadenar el lavado, al menos durante el ciclo de cultivo. Además el fósforo puede ser bloqueado con facilidad.

Los niveles de **materia orgánica** iniciales son medio-altos, los de **fósforo**, bajos, y los de **potasio**, de tipo medio, todo ello referido al cultivo de cereal.



**Foto 3.** Aplicación de purín (Ensayo Azanuy)

En la **tabla 3** puede verse la situación media de la parcela en el momento de iniciarse el ensayo (antes de la siembra), en el otoño de 2002.

**Tabla 3. Características físico-químicas del suelo al inicio del ensayo de Azanuy (año 2002)**

Profundidad (cm)	Textura	pH	M. Orgánica (%)	Nitratos (mg N-NO <sub>3</sub> /kg)	Fósforo (mg P/kg)	Potasio (mg K/kg)
0-30	Franco-limosa	7,8	2,19	22,40	6,27	169
30-60	Franco-arcillo-limosa	7,8	1,49	30,40	3,06	141
60-90	Franco-limosa	7,7	0,90	27,25	1,45	103
90-120	Franco-limosa	7,8	0,47	10,98	0,81	70

#### 4.3. Resultados de producción

Para poder apreciar la variabilidad de los resultados, se recogen en la **tabla 4** los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos T1 y T2, y en T3 y T4, respecto a las aplicaciones anuales de mineral (TM), y de purín (T5), y del testigo sin abonado (T0).

**Tabla 4. Comparación de producciones (kg/ha), entre tratamientos: de las dosis ajustadas de purín de 20m<sup>3</sup>/ha, aplicadas una sola vez, cada 3 años (T1 y T2) y de dosis altas de 30m<sup>3</sup>/ha, aplicadas una sola vez, cada 3 años (T3 y T4), con los aportes anuales de mineral (TM), y purín de 20 m<sup>3</sup>/ha anualmente (T5), y testigo sin abonado (T0) y la pluviometría de septiembre a mayo en cada uno de los años del ensayo**

Años	T1	T2	T3	T4	T5	TM	T0	T0/ T0 <sub>(Media/5)</sub> <sup>*4</sup>	Pluvio. L/m <sup>2</sup> Sept-Mayo
Fertilización <sup>*1</sup> / Frecuencia	20m <sup>3</sup> cada 3 años		30m <sup>3</sup> cada 3 años		20m <sup>3</sup> cada año	Mineral cada año	sin fertilizante		
2003	3.568 *	3.035	4.172 *	2.782	3.333 *	3.268 *	2.443	<b>130</b>	-
2004	2.241	3.874 *	2.544	3.595 *	3.540 *	3.169 *	2.080	<b>111</b>	-
2005	0	0	0	0	0 *	0 *	0	-	171,7
2006	1.825 *	1.490	1.816 *	1.442	1.746 *	1.613 *	1.506	<b>80</b>	225,4
2007	3.685	3.813 *	3.610	3.569 *	4.057 *	3.317 *	2.413	<b>128</b>	300,3
2008	1.790	2.242	2.126	2.214	3.646 *	2.921 *	950	<b>51</b>	200,9
<b>Sumas</b>	<b>13.109</b>	<b>14.454</b>	<b>14.268</b>	<b>13.602</b>	<b>16.322</b>	<b>14.288</b>	<b>9.392</b>	-	
Media / 6 <sup>*2</sup>	2.184	2.409	2.378	2.267	2.720	2.381	1.565	83	-
Media / 5	2.621	2.890	2.853	2.720	3.264	2.857	<b>1.878</b>	100	224,5 <sup>*5</sup>
<b>Relación Ti/T0<sup>*3</sup></b>	<b>140</b>	<b>154</b>	<b>152</b>	<b>145</b>	<b>174</b>	<b>152</b>	<b>100</b>	-	

\* Indica el año en que realmente recibe fertilizante.

<sup>\*1</sup> Purín (dosis m<sup>3</sup>/ha) aplicado siempre en fondo;  
Mineral aplicación de 33 kg N/ha en fondo + 66 kg N/ha en cobertera.

<sup>\*2</sup> La media de producción de los 6 años de ensayo ("Media/6"), correspondería a la producción global en esos 6 años (incluyendo el año de no cosecha), mientras que la media de 5 ("Media/5"), es el valor medio de producción cosechada.

<sup>\*3</sup> Relación entre la producción (Media/6) del tratamiento fertilizado (Ti) respecto el tratamiento testigo (T0) expresado en tanto por 1 multiplicado por 100.

<sup>\*4</sup> Relación entre la producción en el control en cada año de ensayo (T0) y su valor promedio (T0 Media/5; 1878 kg/ha) expresado en tanto por 1 multiplicado por 100.

<sup>\*5</sup> Media de la pluviometría en los 4 años (2005-2008) en el periodo septiembre-mayo.

A la vista de la **tabla 4**, hemos de comentar que el tercer año del ensayo (2005) no se recolectó por su escasísima producción (sequía). En la penúltima columna ( $T0/T0_{media/5}$ ), hemos recogido la relación de la producción del testigo sin abonado (T0) en ese año, respecto a la media de sus producciones controladas en los cinco años (en tanto por uno x 100), **para reflejar de alguna manera la influencia de la pluviometría en el ciclo del cultivo, y que permite observar que aun tras cinco años sin aplicar ningún fertilizante, en 2007 se obtuviera una cosecha similar a la de 2003 (primer año del ensayo).**

*Estas producciones obtenidas en el tratamiento T0, nos podrían ayudar a caracterizar el secano de nuestro ensayo, en un planteamiento sin intervención de los barbechos: calificándolo como de una producción de "1.500 kg/ha", si lo valorásemos en términos estrictos de economía (kg de grano obtenidos en n años de cultivo), o de "1.800 kg/ha", si lo valorásemos como la media de las "cosechas realmente materializadas".*

A la vista de esta primera comparación global de resultados del ensayo en esta localidad, y especialmente de la última fila de la **tabla 4 (Relación Ti/T0)** donde se reflejan las producciones medias de cada tratamiento (T1, T2, T3, T4) (Ti) respecto a la media del testigo sin abonar (T0), podríamos estimar:

- **Que una única aplicación en fondo, todos los años, de 20 m<sup>3</sup>/ha de purín de cebadero y año (T5), mejora notablemente los resultados de producción de la fertilización mineral (TM) habitualmente aplicada.**
- **Que un bajo aporte de nutrientes como el que supone aplicar 20 (T1, ó T2) ó 30 (T3, ó T4) m<sup>3</sup>/ha de purín de cebadero cada tres años, permite mejorar entre 40 y 54% los resultados de producción del testigo sin abonar, y como media, obtener prácticamente los mismos resultados que con la fertilización mineral habitual (TM).**

#### 4.4. Efectos más destacables sobre la evolución del suelo

El estudio detallado de la evolución del suelo (**foto 4**), será objeto de un análisis en una publicación posterior. Aquí destacaremos los efectos más importantes observados en el último año de ensayo:

- **En la profundidad 0-30 cm**, los tratamientos han originado efectos altamente significativos sobre el fósforo, sobre el cobre y sobre el cinc.

Respecto al **fósforo**, el tratamiento T5 -purín todos los años, con contenidos de 14,26 mg P/kg- resulta muy superior a todos los demás, que no difieren entre sí (el siguiente, el de TM, con 8,77 mg P/kg).

Los niveles de **cobre**, son superiores en las parcelas que han recibido purín, pero sólo el T5 difiere significativamente de los tratamientos minerales (del orden de 0,50 mg Cu/kg).

Respecto al **cinc**, se alcanza una mayor diferenciación en las parcelas que han sido tratadas con purín. El T5 ha dado un resultado medio de 2,99 mg Zn/kg, frente a los 0,25 a 0,46 mg Zn/kg de los tratamientos minerales. Los tratamientos con purín, especialmente el T1 y T3 (con 1,20 y 1,13 mg Zn/kg), también manifiestan una elevación en el contenido de este elemento.

- **En la profundidad 30-60 cm**, el nivel de nitratos resulta significativamente afectado por los diferentes tratamientos y también la materia orgánica, aunque menos claramente.



**Foto 4.** Toma de muestras de suelo

## 5. Ensayo de Farasdués (Zaragoza), en siembra directa y secano subhúmedo

### 5.1. Referencias pluviométricas de la estación próxima

En la *tabla 5*, se reflejan las referencias pluviométricas de la Estación meteorológica de Ejea de los Caballeros, al sur del ensayo.

**Tabla 5. Valores de pluviometría (L/m<sup>2</sup>) en la estación metereológica de Ejea de los Caballeros para el año agrícola (septiembre a agosto) y periodo (septiembre a mayo)**

Año	Periodo: septiembre a mayo	Año agrícola septiembre a agosto
2003	-	-
2004	461,4	490,8
2005	317,4	352,2
2006	290,0	384,8
2007	454,8	503,4
2008	246,6	294,6
<b>Medias/5</b>	<b>350,0</b>	<b>405,2</b>

Fuente: Oficina del regante. <http://servicios.aragon.es/oresa/datosMeteorologicos.inicio.do?javascript=true>

### 5.2. Condiciones iniciales del suelo

En la parcela de este ensayo, se parte de un suelo de texturas entre franco-arcillo-limosas y franco-arcillosas (*tabla 6*), es decir, muy fina en todo el perfil del suelo, que es profundo (más de 1 metro), y sin piedras. En este caso no hay yeso, y la capacidad de retención (de agua y nutrientes) es muy elevada.

**Tabla 6. Características físico-químicas del suelo al inicio del ensayo de Farasdués (año 2002)**

Profundidad (cm)	Textura	pH	M. Orgánica (%)	Nitratos (mg N-NO <sub>3</sub> /kg)	Fósforo (mg P/kg)	Potasio (mg K/kg)
0-30	Franco-arcillo-limosa	8,3	2,12	43,08	18,41	213
30-60	Franco-arcillo-limosa	8,4	1,50	15,49	3,98	156
60-90	Franco-arcillosa	8,5	0,77	4,79	1,70	113

El contenido en **materia orgánica** es "medio-alto" para un suelo de cereal secano.

El contenido de **fósforo** es "alto-muy alto", y el de **potasio**, "muy alto", para el nivel de requerimientos de un cereal en secano, con toda seguridad, debido a las aplicaciones anteriores de fertilizantes.



**Foto 5. Vista de la siembra directa en el ensayo de Farasdués**

Destaca en este caso, la elevada presencia de nitratos (justo antes de la siembra del primer año), que equivalen a 168 kg/ha de nitrógeno, sólo en los primeros 30 cm, y 60 kg/ha más, si consideramos a profundidad de 30-60 cm. Probablemente, este nivel de nitrógeno mineral, suficiente para mantener la cosecha, se debe al efecto residual de dichas aplicaciones anteriores de fertilizantes. En la **tabla 6**, se reflejan las características de los tres niveles analizados.

### 5.3. Resultados de producción

En las circunstancias de esta localidad, en el año 2005, aunque con menor producción, sí que se cosechó el ensayo, por lo que la media de producciones, se refiere a los 6 años (**tabla 7**).

**Tabla 7. Comparación de producciones (kg/ha), entre tratamientos: de las dosis ajustadas de purín de 30m<sup>3</sup>/ha, aplicadas una sólo vez, cada 3 años (T1 y T2) y de dosis altas de 40 m<sup>3</sup>/ha, aplicadas una sólo vez, cada 3 años (T3 y T4), con los aportes anuales de mineral (TM), y purín de 30 m<sup>3</sup>/ha anualmente (T5), y testigo sin abonado (T0) y la pluviometría septiembre-mayo en cada uno de los años del ensayo**

Años	T1	T2	T3	T4	T5	TM	T0	T0/ T0 <sub>(Media/5)</sub> <sup>*4</sup>	Pluvio. L/m <sup>2</sup> Sept-Mayo
Fertilización <sup>*1/</sup> Frecuencia	30m <sup>3</sup> cada 3 años		40m <sup>3</sup> cada 3 años		30m <sup>3</sup> cada año	Mineral cada año	sin fertilizante		
2003	4.765 *	4.490	4.906 *	4.711	4.403 *	4.794 *	4.643	185	-
2004	2.881	4.746 *	2.233	3.458 *	4.193 *	4.006 *	1.960	78	461,4
2005	1.978	1.939	2.241	2.347	2.315 *	2.703 *	2.210	88	317,4
2006	3.974 *	2.837	3.961 *	2.476	3.488 *	4.524 *	2.243	89	290,0
2007	2.915	5.376 *	2.901	5.055 *	4.944 *	5.316 *	2.843	113	454,8
2008	2.141	1.257	1.872	1.622	3.519 *	3.354 *	1.146	46	246,6
<b>Sumas</b>	<b>18.654</b>	<b>20.645</b>	<b>18.114</b>	<b>19.669</b>	<b>22.862</b>	<b>24.697</b>	<b>15.045</b>	-	-
Media / 6 <sup>*2</sup>	3.109	3.440	3.019	3.278	3.810	4.116	<b>2.507</b>	-	354,0 <sup>*5</sup>
Relación Ti/T0 <sup>*3</sup>	<b>124</b>	<b>137</b>	<b>120</b>	<b>131</b>	<b>152</b>	<b>164</b>	<b>100</b>	-	-

\* Indica el año en que realmente se aporta fertilizante.

\*1 Purín (dosis m<sup>3</sup>/ha) aplicado en fondo;  
Mineral aplicación de 44 kg N/ha en fondo + 88 kg N/ha en cobertera.

\*2 La media de producción de los 6 años de ensayo ("Media/6"), correspondería a la producción global en esos 6 años.

\*3 Relación entre la producción (Media/6) del tratamiento fertilizado (Ti) respecto el tratamiento testigo (T0) expresado en tantos por 1 multiplicado por 100.

\*4 Relación entre la producción en el control en cada año de ensayo (T0) y su valor promedio (T0 Media/6; 2.507 kg/ha) expresado en tanto por 1 multiplicado por 100.

\*5 Media de la pluviometría en los 5 años (2004-2008).

Nótese el rendimiento del T0 (sin ningún aporte de fertilizante, **tabla 7**) en el primer año del ensayo. Esa producción (de las más altas) se debe al efecto residual de nutrientes acumulados de partida (ver análisis de suelo inicial). También explica el elevado rendimiento obtenido ese primer año, para cualquier tratamiento (incluida la no aplicación).

Los resultados de esta comparación global nos permiten diferenciar el medio físico de este secano específico ubicado en la comarca de Cinco Villas, del anterior de Azanuy.

Por su mayor pluviometría en el ciclo del cultivo: 354 frente a 224 litros/m<sup>2</sup>, además de su tratamiento cultural con siembra directa, frente al de Azanuy (con laboreo tradicional). Aquí, en Farasdués, hablaríamos de una producción "T0 de 2.500 kg/ha", un 67% superior a Azanuy (1.500 kg/ha), y unas producciones con abonado (TM o T5) entre 3.800-4.100 kg/ha, frente a las de 2.800-3.200 kg/ha de Azanuy, haciendo la salvedad de que mientras en Farasdués, la cosecha es casi segura en todos los años, en los secanos de Azanuy, la posibilidad de sequía parece mayor.

En estas condiciones, prácticamente de "secano subhúmedo" (Farasdués), **la fertilización mineral TM (con 2/3 del total del N aplicados en cobertera) consiguió los mejores resultados medios de las 6 campañas, con pocas diferencias sobre la aplicación de 30 m<sup>3</sup> de purín/ha todos los años: un 8% superior** ( $24.697/22.862 = 1,08$ ).

**Las aplicaciones de 30 ó 40 m<sup>3</sup>/ha de purín cada 3 años, consiguieron mejorar al T0 en un 26-31% y 24-37% respectivamente, y globalmente, funcionan mejor las aplicaciones de 30 m<sup>3</sup>/ha.**

Siendo que las aplicaciones T5 (aplicaciones de purín de cebadero anual, de 30 m<sup>3</sup>/ha), tienen teóricamente, suficiente N como para atender las necesidades incluso, de los 4.116 kg de cosecha obtenidos del tratamiento mineral:  $30 \times (5,5-5,9) = 165-177$  kg de N total, **debemos interpretar que tras varios años de aplicación de purín -que debería generar una acumulación de los efectos residuales-, más bien se produce un lavado del mismo que impide disponer de todo el N necesario en los momentos de las mayores necesidades del cultivo.**

**La dosis única de purín en fondo T5, aplicada todos los años (30 m<sup>3</sup>/ha), se queda ligeramente por debajo: un 93% del TM** ( $3.810/4.116 = 0,93$ ). Esta diferencia es realmente muy pequeña teniendo en cuenta además, que en el T5 no se aplican coberteras.

#### 5.4. Serie mineral comparativa

En la serie mineral comparativa, la respuesta a los aportes de cobertera, únicamente con nitrógeno, son muy ilustrativos y acentúan el interés del aporte de una determinada cantidad de N en los momentos de máxima necesidad del cereal de invierno (*tabla 8*). **En las condiciones del ensayo, los resultados medios obtenidos con el abonado mineral tradicional (fondo+cobertera: TM), se lograrían probablemente, con una sola cobertera situada entre los 40 y los 80 kg de N/ha.** Llama la atención que en el primer año (con un residuo importante de N), sea la cobertera más pequeña (40 kg N/ha) la que obtenga mejores resultados, lo que pone de manifiesto hasta que punto el abonado mineral (132 kg N/ha) era excesivo y lo es todos los años.

**Tabla 8. Comparación de la fertilización nitrogenada únicamente en cobertera (40, 80 y 120 kg N/ha; CobM40, CobM80 y CobM120 respectivamente), con T5, TM y T0 aplicados anualmente**

Años	CobM40	CobM80	CobM120	T5 (30 m <sup>3</sup> /ha)	TM (44+88 kg N/ha)	T0	T0 / T0 <sub>(Media/6)</sub> <sup>*2</sup>
2003	5.124	5.063	4.886	4.403	4.794	4.643	185
2004	4.170	5.653	4.696	4.193	4.006	1.960	78
2005	2.386	2.540	3.055	2.315	2.703	2.210	88
2006	4.176	4.630	5.386	3.488	4.524	2.243	89
2007	4.163	4.993	5.679	4.944	5.316	2.843	113
2008	2.393	3.810	4.110	3.519	3.354	1.146	46
<b>Sumas</b>	<b>22.412</b>	<b>26.689</b>	<b>27.812</b>	<b>22.862</b>	<b>24.697</b>	<b>15.045</b>	<b>--</b>
Media/6	3.735	4.448	4.635	3.810	4.116	2.507	100
<b>Relación: Ti / T0<sup>*1</sup></b>	<b>149</b>	<b>177</b>	<b>185</b>	<b>152</b>	<b>164</b>	<b>100</b>	

<sup>\*1</sup> Relación entre la producción (Media/6) del tratamiento fertilizado (Ti) respecto el tratamiento testigo (T0) expresado en tanto por 1 multiplicado por 100.

<sup>\*2</sup> Relación entre la producción del control en cada año de ensayo (T0) y su valor promedio (T0 Media/6; 2.507 kg /ha) expresado en tanto por 1 multiplicado por 100.

## 5.5. Efectos más destacados sobre la evolución del suelo

Como se ha comentado, la evolución del suelo en este ensayo merece una publicación más detallada. Trataremos aquí brevemente, los resultados más relevantes.

- **En la capa superficial (0-30 cm)** hay efectos altamente significativos sobre el fósforo, potasio, cobre, manganeso y cinc.

En **fósforo**, los tratamientos con purín se revelan comparables al abonado mineral, pero el T5 (purín, todos los años) consigue un valor superior de fósforo en el suelo (30,50 mg P/kg), frente a TM (27,77 mg P/kg). Los tratamientos con purín mantienen o elevan su contenido inicial. Los tratamientos con sólo nitrógeno, han disminuido dicho contenido inicial.

Respecto al **potasio**: el T5, consigue el valor más alto (418 mg K/kg), muy por encima del resto y sólo comparable al que consigue el T2 (367 mg K/kg).

Los contenidos de **cobre** y de **cinc**, se han elevado en los tratamientos con purín, el más alto para el T5 (1,60 mg/kg de cobre, y de 3,1 mg/kg de cinc).

En el caso del manganeso, la elevación no es clara con el purín. Algunos tratamientos minerales también elevan el contenido.

Aunque no alcance diferencias altamente significativas, es interesante resaltar el hecho de que el mayor contenido de nitrógeno mineral (nitratos) en el suelo aparece en el tratamiento mineral (TM) y con la cobertera de 120 kg de N/ha (en torno a 16-17 mg N-NO<sub>3</sub>/kg, en ambos, que equivale a más de 60 kg de N/ha). El siguiente tratamiento en este sentido, es el T5 (purín todos los años), con 14,7 mg/kg. Destacan estos valores frente al contenido de N del T0 (7,97 mg N-NO<sub>3</sub>/kg, equivalente a 31 kg N/ha).

- **En la profundidad 30-60 cm** se aprecian diferencias significativas para el potasio. No claramente relacionadas con el purín, aunque sí que el contenido mayor (190 mg K/kg) corresponde al T5.

El contenido de nitratos en la profundidad 30-60 cm, tiene pocas diferencias, pero sí que el T5 y el TM tienen los valores superiores (9,2 y 9,4 mg N-NO<sub>3</sub>/kg, respectivamente, lo que añade otros 35 kg/ha de N, excedentario). El T0 obtiene aquí (en este estrato del suelo) 7,5 mg/kg de nitrógeno.

## 6. Consideraciones finales

### 6.1. Sobre la eficiencia de los purines aplicados en otoño

La primera impresión que podríamos plantear, sería el hecho de que **en la mayoría de nuestros secanos áridos y semiáridos**, la escasa o muy justa pluviometría en el periodo de siembra de los cereales de invierno (de septiembre a enero, o septiembre-febrero), hace poco probable el lavado de la capa, -arable u ocupada por las raíces- del suelo, y en consecuencia **el aprovechamiento de los purines aplicados en fondo (otoño) se acercaría más a la teoría de Pratt que a la europea**. E igualmente, que sea más probable **un efecto residual del N para los años siguientes**, pues tampoco en el resto del año, fuera del ciclo del cereal (junio-agosto), se producen condiciones habituales para el lavado o lixiviado del mismo.

**En las situaciones de secanos subhúmedos**, como podría ser el caso del ensayo de Farasdués, da la impresión de que **el aporte de primavera, con las coberteras, es más determinante para conseguir las producciones más elevadas**. Así parece indicarlo el abonado mineral TM (en el que se aplica 2/3 del nitrógeno total en cobertera), supere a las aplicaciones anuales de purín T5 (siempre en fondo o presiembra), y que las aplicaciones de sólo aportes minerales de cobertera (40, 80 y 120 kg N/ha) tengan la respuesta clásica de las curvas de fertilización nitrogenada, y alcancen excelentes respuestas entre niveles de 80 y 120 kg de N/ha. Probablemente, porque las lluvias de otoño-invierno, y las de inicio de primavera, ya puedan ser capaces de lavar los componentes nitrogenados, existentes en el suelo, y no permiten atender las necesidades de N en el momento de máxima demanda. Por la cantidad de nitrógeno mineral en el suelo, tanto las dosis de 120 kg de N/ha, como en el TM, suponen un aporte excesivo de nitrógeno.

## 6.2. Sobre las dosis de purín a utilizar

En los secanos áridos, donde el **factor limitante para la producción es la pluviometría**, aplicaciones anuales ajustadas de purín a las necesidades del cultivo, en nuestro ensayo de 20 m<sup>3</sup>/ha, de purín de cebadero (con contenidos aproximados a los 100-120 kg de N total), permiten mantener o incluso mejorar las producciones obtenidas con la fertilización únicamente mineral, como ha ocurrido en el ensayo de Azanuy. E incluso podría ensayarse la fórmula de aplicaciones de purín cada dos años, en dosis también muy ajustadas, como sugieren los resultados obtenidos con aplicaciones cada tres años en el mismo ensayo.

Por el contrario, **en los secanos subhúmedos**, la lluvia otoñal e invernal, -como ocurre todavía con mayor profusión, en la Europa húmeda- es capaz de **lavar el N** del suelo y precisa de **aplicaciones fraccionadas** a salida de invierno (cobertera), para conseguir las mejores producciones.

Cuando se diseñó este ensayo, todavía no se había comprobado la **aplicación de purín como fertilización de cobertera en cereales de invierno**. Actualmente ensayos realizados demuestran que la aplicación de purín en cobertera puede sustituir a la fertilización mineral.

Para aplicar las dosis de purín ajustadas a las necesidades del cultivo, es necesario conocer el contenido de nitrógeno del purín porcino, para ello deberíamos utilizar métodos rápidos de campo (**Quantofix® o conductimetría, fotos 6 y 7**).



Foto 6. Detalle método de Quantofix®



Foto 7. Detalle método de conductimetría

## 6.3. Sobre la evolución del contenido de nutrientes y de la materia orgánica del suelo

Hasta el presente, nos hemos preocupado fundamentalmente del nitrógeno como nutriente más determinante de la productividad, pero no debemos olvidar la importancia económica del fósforo y el potasio en el conjunto de la fertilización<sup>(8)</sup>. En el caso de aplicaciones de purín, o de otros fertilizantes orgánicos, la relación entre el N-P-K que contienen no siempre se ajusta a las extracciones de los cultivos. Cuando las necesidades del cultivo no estén cubiertas se debería complementar con fertilizantes minerales de síntesis y se optimizaría el aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos.

En lo que respecta al mantenimiento de la fertilidad del suelo, queda patente, en ambos ensayos, el beneficio que representa el aporte de purín, incrementando los niveles de fósforo (uno de los elementos más costosos en fertilización) y de potasio, al margen de otras mejoras menos patentes como es la de la materia orgánica y la de los micronutrientes.

**Aún cuando es cierto que se incrementa el nivel del cobre y cinc, los valores finales en las aplicaciones continuas se mantienen en niveles normales.** El hecho de que en nuestros dos ensayos, se haya removido sistemáticamente la masa del purín antes de su carga en las cubas, es probable que haya resaltado el incremento de esos microelementos, pero también hay que indicar, que desde 2003<sup>(9)</sup> el Reglamento (CE) N° 1334/2003 de la Comisión, ha reducido la autorización de estos aditivos en la alimentación animal (oligoelementos), con lo que presumiblemente, se reducirán sus contenidos correspondientes en las deyecciones (purines).

En las condiciones de los ensayos reseñados, se constata que **las prácticas de fertilización mineral dejan mayor cantidad de nitrato en el suelo que las aplicaciones de purín ajustadas a las necesidades del cultivo**. De cualquier manera, no habrá que olvidar nunca, las distintas características de los suelos (más o menos permeables), la situación de partida de abundancia o escasez de nutrientes y materia orgánica en cada uno de ellos, las condiciones meteorológicas (pluviometría) de la zona que como se ha constatado en los distintos ensayos tiene gran incidencia en el comportamiento del fertilizante.

#### 6.4. Sobre la economía de la producción agraria

En muchas ocasiones, los técnicos agronómicos nos hemos centrado en los resultados específicos de una determinada técnica, pero hemos olvidado el contexto global de la economía o rentabilidad de la explotación agropecuaria que utilizará dicha técnica. En la situación actual de crisis generalizada y creciente presión de los temas medioambientales, deberíamos ampliar nuestro campo visual, y al tratar de estudiar la técnica de la fertilización, incluir el aporte ajustado de todos los nutrientes (no sólo del N, sino también del P y K), los costes de los posibles sistemas o estrategias de fertilización y la economía global (mano de obra, posibilidades de una determinada mecanización, disponibilidad de capital, etc.) de la explotación.

La aplicación de dosis de purín ajustadas a las condiciones climáticas y a las características del suelo, pueden superar al abonado únicamente mineral en rentabilidad y en la gestión de los nutrientes.

### 7. Referencias bibliográficas

- (1) Orús F. (1996). "El estiércol fluido porcino: III. Un intento de síntesis actualizada sobre su uso en fertilización". Información Técnica del Dpto de Agricultura y Medio Ambiente. Diputación General de Aragón. Nº 10 / 1996.  
Heduit M. (1985) Fertilisation organique. Nos connaissances a ce jour. Rev Techniporc jul-ago.  
Pratt, P.F., Broadbent, F.E., Martin, J.P. (1973) Using organic wastes as nitrogen fertilizers. California Agriculture. 27:10-13.
- (2) Serra A., Betrán J., y Orús F. (2002). "Ensayos de fertilización con estiércol fluido porcino. Cebada en secanos semiáridos. La Perdiguera I (1994-1998), Novales (1997-2001), y La Perdiguera II (1997-2001)". Inf. Técnica del Dpto de Agricultura. D.G.A., Nº 117/2002.
- (3) Danés R., Molina V., Prats, LL., Alamos, M., Boixadera, J., Torres E. (1996). "Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola". Ed. Dept de Medi Ambient, Junta de Residus, i Dept d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.
- (4) Orús F., y Sin E. (2006). "El balance del N en la agricultura", Capítulo 1, de "Fertilización Nitrogenada. Guía de actualización". Número extraordinario de las Informaciones Técnicas del Dpto de Agricultura y Alimentación. D.G.A., 2006.
- (5) Orús F., Yagüe M.R., e Iguácel F. (2010). "Uso de los estiércoles en la fertilización agrícola y su justificación en relación con la normativa aragonesa". Inf. Técnica del Dpto de Agricultura y Alimentación. D.G.A., Nº 219 / 2010.
- (6) Yagüe MR, Quílez D., Iguácel F., y Orús F. (2008). "Métodos rápidos de análisis como herramienta de gestión en la fertilización con purín porcino: conductimetría". Inf. Técnica del Dpto de Agricultura y Alimentación. D.G.A., Nº 195 / 2008.
- (7) Iguácel F., Yagüe M.R., Orús F., y Quílez D. (2010). Fertilización con purín, en doble cultivo anual, en mínimo laboreo y riego por aspersión. Inf. Técn. Del Dpto de Agricultura y Alimentación. D.G.A., Nº 223 / 2010.
- (8) Orús F. (2009). Fertilización agrícola y producción agraria sostenible. Rev. ITEA, vol 105, nº 1, marzo 2009.
- (9) Reglamento (CE) Nº 13354/2003 de la Comisión, de 25 de julio de 2003, por el que se modifican las condiciones para la autorización de una serie de aditivos en la alimentación animal pertenecientes al grupo de los oligoelementos (D.O. L 187 de 26.7.2003, p. 11).

#### Agradecimientos:

Los autores desean agradecer a los agricultores D. Antonio Pano (Azanuy) y D. Pablo Garcés (Farasdués), por su colaboración con las parcelas y labores del ensayo, al personal de campo del propio Centro de Transferencia Agroalimentaria-CTA (A. Ardevines, M. Canales y E. Gaudó), y al Laboratorio Agroalimentario por su constante apoyo en las analíticas del suelo.



Foto 8. Aplicación de purín con "tubos colgantes"

## Relación de Informaciones Técnicas. Año 2010

ID	Nº	TÍTULO / Autores	Área	Especie	Técnica	Pags.
431	214/10	Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón. Año 2009. <b>Gutiérrez López, M. y otros</b>	Herbáceos	Maíz	Ensayos	24
432	215/10	Utilización de sistemas de cebo basados en ensilados y forrajes unifeed como alternativa al sistema de cebo a pienso; efecto en los parámetros productivos y en la calidad de la carne. <b>Alberti, P. y otros</b>	CITA/PSRyA	Vacuno	Alimentación	16
433	216/10	Cultivo de nuevas variedades de albaricoquero en Aragón. <b>Espada Carbó, J.L.; Mené Benedicto, R.</b>	Leñosos	Albaricoque	Variedades	8
434	217/10	Calidad y precios del melocotón amarillo embolsado. <b>Gil Martínez, M.</b>	PIA/Gestión	Melocotón	Análisis	8
435	218/10	La Empresa Agraria: Modalidades, características y trámites de constitución. (Serie Formación Agraria) <b>Vallés Pérez, M.; Alcázar Barrena, T.</b>	PIA/Gestión	Normativa	Formación	28
436	219/10	Uso de los estiércoles en la fertilización agrícola, y su justificación en relación con la normativa aragonesa. <b>Orús, F.; Yagüe, M.R.; Iguácel, F.</b>	PIA/CITA	Varias	Abonado	16
437	220/10	Orientaciones varietales para las siembras de cereales en Aragón. Resultado de los ensayos. Cosecha 2010. <b>Gutiérrez López, M. y otros</b>	Herbáceos	Cereales	Variedades	24
438	221/10	Efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad de la cebolla Fuentes de Ebro. <b>Mallor, C.; Bruna, P.; Lordán, M. A.</b>	Herbác./Otros	Cebolla	Cultivo	12
439	222/10	Mercado y estacionalidad de precios del ganado ovino en Aragón. <b>Gil Martínez, M.</b>	PIA/Gestión	Ovino	Análisis	8
440	223/10	Fertilización con purín en doble cultivo anual, en mínimo laboreo, y riego por aspersión. <b>Iguácel, F.; Yagüe, M.R.; Orús, F.; Quílez, D.</b>	PIA/CITA	Porcino	Abonado	12
441	224/10	Necesidades de frío invernal de los frutales caducifolios. <b>Espada Carbó, J.L.</b>	Leñosos	Frutales	Cultivo	8
442	225/10	Calidad de los trigos aragoneses. Resultado de los ensayos. Cosecha 2010. <b>Gutiérrez, M.; Aranda, S.; Ciércoles, R.; Estopañán, G.; Hijazo, P.; Espinoza, C.</b>	Herbáceos/ PCTAD	Cereales	Calidad	16

### Autores:

**Iguácel, F. (1), Yagüe, M.R. (2), Betrán, J. (3) y Orús, F. (1)**

(1) Centro de Transferencia Agroalimentaria

(2) Unidad de Suelos y Riegos (Unidad asociada al EEAD-CSIC) CITA

(3) Laboratorio Agroalimentario

Fotografías: Iguácel F., Orús F. y Yagüe M.R.

Los ensayos presentados en esta Información Técnica han sido financiados a través del Convenio entre el Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón y Caja Rural Aragonesa y de los Pirineos Multicaja.

Los trabajos experimentales se han realizado en el marco de la RED DE FORMACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN AGRARIA DE ARAGÓN

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando sus autores y origen: Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TRANSFERENCIA AGROALIMENTARIA: Apartado de Correos 617 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 44

Correo electrónico: [cta.sia@aragon.es](mailto:cta.sia@aragon.es)

■ Edita: Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura y Alimentación. Dirección General de Desarrollo Rural. Servicio de Programas Rurales.  
 ■ Composición: Centro de Transferencia Agroalimentaria ■ Imprime: Talleres Editoriales COMETA, S.A. ■ Depósito Legal: Z-3094/96. ■ I.S.S.N.: 1137/1730.