



## **El estiércol fluido porcino: III**

Un intento de síntesis actualizada  
sobre su uso en fertilización.

**Índice:****Página**

<b>1. Introducción</b> .....	3
<b>2. El ciclo del nitrógeno en el suelo</b> .....	3
<b>3. Niveles de referencia de fósforo y potasio en suelos agrícolas</b> .....	6
<b>4. Otra interpretación sobre la utilización del N contenido en el E.F. porcino</b> .....	9
<b>5. El razonamiento del uso del E.F.P. como fertilizante agrícola</b> .....	10
<b>6. Ejemplos de cálculo</b> .....	12
6.1. Cultivos de otoño .....	12
6.2. Cultivos de primavera .....	14
6.3. Resumen de lo anterior .....	16
<b>7. Una receta orientativa: Dosis medioambientales</b> .....	17
<b>8. Estimación de la producción de E.F. porcino</b> .....	17
8.1. Producción en una granja tipo .....	17
8.2. Estimación a partir de un censo de animales .....	18
8.3. Actualización de la producción de E.F.P. en Aragón (1994).....	19
Observaciones .....	19
<b>9. La economía del manejo de los estiércoles fluidos porcinos</b> .....	20
9.1. En la propia granja (ganaderos-agricultores).....	20
9.2. Umbral de rentabilidad del E.F.P. como fertilizante.....	21
<b>10. Suelo agrícola y producción porcina al aire libre</b> .....	23
<b>11. A modo de resumen</b> .....	26
<b>12. Anexos:</b> .....	27
A1. Diagrama triangular para determinación de la textura .....	28
A2. Tres ejemplos reales de análisis sencillos de suelos.....	29
A3. Extracciones (N-P-K) de los cultivos habituales .....	30
A4. Clasificación de los secanos por zonas agroclimáticas .....	31
A5. Datos estadísticos: 1992-1993-1994 Aragón Cultivos herbáceos y Censos de porcino .....	32
A6. Recomendaciones orientativas de fertilización con E.F.P. (dosis moderadas o medioambientales) más un complemento de abonado mineral .....	33
A7. Estructura productiva de las explotaciones de porcino. Aragón 1994 .....	34
<b>13. Referencias bibliográficas</b> .....	35

# 1. Introducción.

Esta tercera parte del proyecto divulgativo sobre el estiércol fluido porcino (E.F.P.) que iniciamos en 1992-1993 (1), trata de recoger los siguientes aspectos:

1. Profundizar en las relaciones suelo-planta-fertilizantes para poder razonar las aplicaciones de nuestro subproducto ganadero.

En este sentido, es fundamental estudiar el ciclo del nitrógeno en el suelo, con sus aportes y posibles pérdidas.

En el aspecto de la eficiencia del N contenido en los E.F.P. se incluye una nueva interpretación, distinta a la que habíamos recopilado en la I parte (Información Técnica 03/1993).

Adecuar los aportes de E.F.P. no sólo a las necesidades de nitrógeno de los cultivos, sino también al contenido en fósforo y potasa de los suelos receptores y a la tipología de los mismos: textura y disponibilidades de agua (secano o regadío).

2. Razonar con esta ampliación de conocimientos, la fertilización de los cultivos principales en nuestra comunidad.
3. La valoración de los costes del manejo del E.F.P., que aunque discutibles, entendemos es un buen ejercicio para razonar su uso como fertilizante agrícola.
4. El aporte de deyecciones al suelo y sus elementos fertilizantes, en las explotaciones porcinas al aire libre.

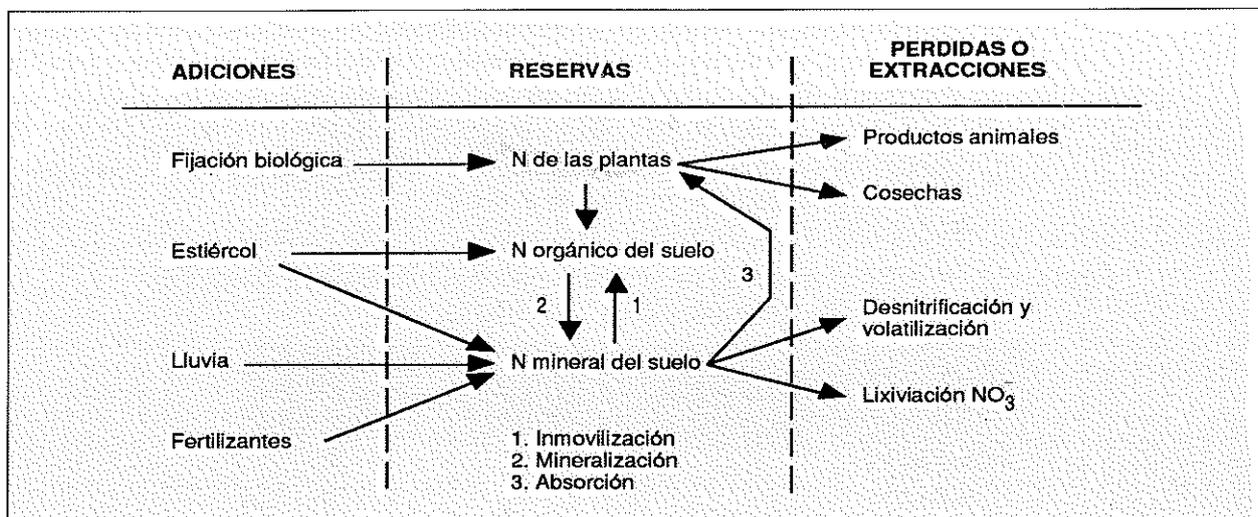
Y como reflexión final, volver a insistir en que tratamos de provocar la discusión sobre este complejo tema, incluso haciendo incursiones en aspectos que no son habituales en nuestro trabajo o especialidad, por lo que solicitamos de antemano benevolencia por nuestro atrevimiento. A la vez que seguimos solicitando la colaboración de otras disciplinas técnicas o de investigación, para poder resolver cuanto antes el importante reto que tiene planteado el sector agropecuario.

# 2. El ciclo del nitrógeno en el suelo.

Su conocimiento resulta fundamental para estudiar la posible implicación de los abonos minerales ó de los estiércoles, en los fenómenos de contaminación por nitratos.

Del excelente trabajo divulgativo de Ramos, C. y Ocio, J.A. (3), tomaremos prestado la mayor parte de este importante punto, partiendo del cuadro nº 1 que transcribimos a continuación.

**Cuadro nº 1. Principales componentes y procesos del ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas.**  
*De Ramos, C. y Ocio, J.A., 1993 (3).*



De la reflexión, sobre lo que se aprecia en dicho esquema, podremos ir acercándonos a las recomendaciones de cómo utilizar el estiércol fluido porcino (E.F.P.) en relación con su contenido de nitrógeno:

En primer lugar, que como tal estiércol contiene una parte de su nitrógeno en forma orgánica (aprox. un 30%), y el resto, en forma amoniacal (aprox. un 70%).

En segundo lugar, si la absorción del nitrógeno (N) del suelo por la planta o cultivo en cuestión, se hace a partir de las formas minerales (N mineral del suelo), tiene que producirse esta transformación del N contenido en el estiércol, para poder ser absorbido por las cosechas.

Veamos todos los procesos:

**“Mineralización:** Es la transformación del N orgánico en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) mediante la acción de los microorganismos del suelo”.

**“Inmovilización:** Es el proceso contrario, pasando el  $\text{NH}_4^+$  a formas orgánicas.

La mineralización necesita de la materia orgánica del suelo, depende de muchos factores, tales como: el contenido en materia orgánica, la humedad y la temperatura del suelo... También, un factor importante a considerar en la mineralización de la materia orgánica que se añade al suelo es su relación C/N, que indica la proporción de carbono (C) a nitrógeno (N). Generalmente, cuando se añade materia orgánica al suelo con una relación C/N de 20-25 o menor, se produce una mineralización neta, mientras que si los valores de este cociente son más altos, entonces los microbios que degradan esta materia orgánica consumen más amonio que el que se produce en la descomposición, y el resultado es una inmovilización neta del N (esta regla es sólo aproximada). La relación C/N de la capa arable en los suelos agrícolas suele estar entre 10 y 12”.

**“Nitrificación:** En este proceso, el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se transforma, primero en nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), y éste en nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), mediante la acción de bacterias aerobias del suelo. Debido a que, normalmente, el nitrito se transforma en nitrato con mayor rapidez que se produce, los niveles de nitritos en los suelos suelen ser muy bajos en comparación con los de nitrato. Bajo condiciones adecuadas, la nitrificación puede transformar del orden de 10-70 kg de N/ha. y día. Esto implica que un abonado en forma amónica puede transformarse casi totalmente en nitrato en unos pocos días si la humedad y la temperatura del suelo son favorables.

En ocasiones, debido a que la nitrificación es bastante más rápida que la mineralización, se emplea el término mineralización para indicar el proceso global de conversión del N orgánico en nitrógeno mineral (fundamentalmente nitrato y amonio)”.

**“Desnitrificación:** La desnitrificación es la conversión del nitrato en nitrógeno gaseoso ( $\text{N}_2$ ) ó en óxidos de nitrógeno, también gaseosos, que pasan a la atmósfera. Este fenómeno se debe a que, en condiciones de mucha humedad en el suelo, la falta de oxígeno obliga a ciertos microorganismos a emplear nitrato en vez de oxígeno para su respiración. En el cuadro nº 2 se dan unas cifras orientativas de las pérdidas que se producen por desnitrificación en suelos con diferentes contenidos de materia orgánica y condiciones de drenaje; si el abonado se realiza con estiércol, estos porcentajes de pérdidas pueden ser el doble”.

**Cuadro nº 2. Pérdidas aproximadas de nitrógeno por desnitrificación en suelos (%)**  
De Ramos, C. y Ocio, J.A., 1992 (3).

Contenido en materia orgánica	Drenaje	
	Bueno	Malo
Menos de 2%	2 - 4	10 - 30
Entre 2 y 5%	5 - 10	20 - 50

**“Lixiviación:** La lixiviación o lavado del nitrato es el arrastre del mismo por el agua del suelo que circula más abajo de la zona radicular. Este proceso es el que produce la contaminación de las aguas subterráneas por nitrato, ya que en general, una vez que éste deja de estar al alcance de las raíces, continúa su movimiento descendente hacia los acuíferos sin apenas ninguna transformación química o biológica”.

**“Volatilización:** Se denomina así a la emisión de amoníaco gaseoso desde el suelo a la atmósfera. Esto ocurre porque el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) del suelo, en condiciones de pH alcalino, se transforma en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), que es un gas volátil. Aunque puede haber pérdidas importantes de N por volatilización cuando se abona con amoníaco anhidro, resultan frecuentes aquellos que ocurren cuando se emplean abonos nitrogenados en forma amónica en suelos alcalinos, sobre todo si el pH es mayor que ocho. La urea puede experimentar también pérdidas variables por volatilización después de transformarse en amonio en el suelo. Los estiércoles, si no se incorporan al suelo, pueden perder del 10 al 60% de su N por volatilización, debido a que una parte importante de su nitrógeno puede estar en forma amónica”.

**“Absorción de N por la planta y extracción por la cosecha:** La absorción de N por la planta constituye una de las partes más importantes del ciclo del N en los suelos agrícolas. Esta absorción es la que el agricultor debe optimizar para conseguir una buena producción y un beneficio económico.

Del N absorbido por la planta, una parte vuelve al suelo después de la cosecha en forma de residuos (raíces, tallos y hojas), y puede ser aprovechado por los cultivos siguientes; otra parte se extrae del campo con la cosecha. Existen datos de la extracción aproximada de N por las cosechas, pero estos valores no pueden emplearse directamente para el cálculo del abono necesario para cada cultivo sin conocer la eficiencia de utilización del N fertilizante en cada caso; como se verá más adelante, esta eficiencia es variable en diferentes situaciones. La extracción de N por la cosecha sólo da una idea de las necesidades mínimas de nitrógeno que tiene el cultivo”.

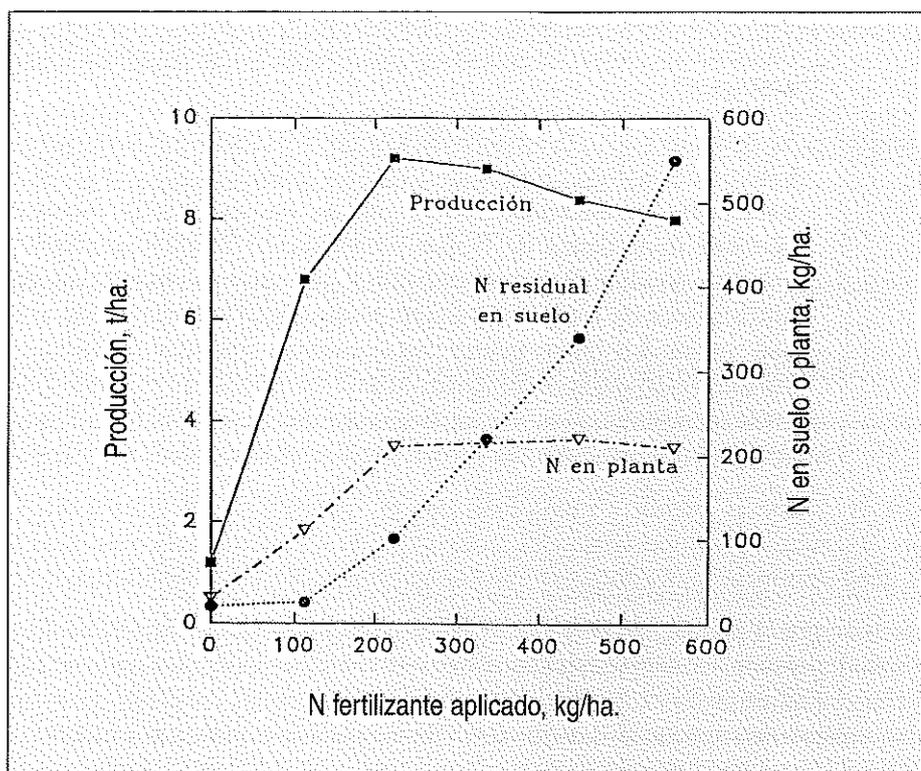
**“De la influencia de las dosis de abonado:** De forma general, los cultivos responden al abonado nitrogenado de manera decreciente, es decir, los aumentos de producción por unidad adicional de abono son grandes cuando las dosis son bajas, y van disminuyendo a medida que éstas se hacen mayores, hasta llegar a unos valores a partir de los cuales los incrementos de abonado ya no producen un aumento de producción.

Cuando la cantidad de N fertilizante aplicado excede a la que absorbe el cultivo, suele haber una acumulación de nitrógeno mineral en el suelo que queda expuesto a ser lixiviado posteriormente. En el cuadro nº 3 se presentan unos resultados experimentales obtenidos en California, con maíz, que ilustran este hecho; puede observarse que ni la producción de maíz, ni el contenido de N en la planta aumentaron apenas cuando las dosis de N aplicado fueron superiores a unos 200 kg/ha.; en cambio, el N mineral del suelo después de la cosecha (lo que se denomina N residual) fue pequeño para dosis de N inferiores a los 150-200 kg. de N/ha., pero creció rápidamente para dosis mayores. Así pues, las pérdidas de nitrato por lixiviación aumentan considerablemente cuando las dosis de abonado sobrepasan ciertos valores críticos; estos valores suelen ser algo inferiores a los que producen las cosechas máximas”.

**Resumen:** Los aspectos básicos que hemos recopilado del trabajo de Ramos C. y Ocio J.A. nos permiten centrar mejor la utilización del N contenido en el E.F.P., en concreto:

- Se trata de un tipo de estiércol, con predominio de su contenido en nitrógeno en forma amoniacal.
- Expuesto por consiguiente a los fenómenos de volatilización, si no se entierra y mezcla con el suelo lo antes posible.
- Tiene una relación C/N favorable, inferior a 20-25, para producir una mineralización neta del nitrógeno que contiene.
- Las aplicaciones en exceso, ligeramente por encima de las extracciones de las cosechas, pueden acarrear un grave riesgo de contaminación.

**Cuadro nº 3. Ejemplo ilustrativo del efecto de la dosis de N fertilizante sobre la producción, contenido de nitrógeno (N) en la planta, y de nitrógeno mineral en el suelo (datos obtenidos en maíz en California por Broadbent y Carlton, 1978). De (3).**



### 3. Niveles de referencia de fósforo y potasio en suelos agrícolas.

Además del control del aporte nitrogenado de los estiércoles fluidos por su posible implicación en la contaminación por nitratos, o por las emanaciones de amoníaco a la atmósfera, hemos de atender igualmente a los niveles de los otros dos macronutrientes de carácter fertilizante: el fósforo: P ( $P_2O_5$  en su expresión tradicional al hablar de fertilizantes), y el potasio: K (igualmente  $K_2O$ ).

Ya vimos en (1) y más recientemente, en (4) y (19), que aportes medios y elevados conducen a un enriquecimiento del suelo en P y K, y en consecuencia habrá que buscar unos niveles de referencia para saber en que situación nos encontramos en cada parcela concreta.

En (5) se dan unos **niveles de fósforo**, según el método Olsen, y de **potasio** (extraído con solución de acetato amónico), y que utilizamos para dar unas referencias prácticas en (6). Sin embargo, en lo sucesivo expondremos las referencias de López Ritas, J. y López Melida, J. (7), que son utilizadas igualmente en nuestro Laboratorio Agroambiental (D.G.A.) (8) como patrón de referencia respecto a los contenidos de los suelos en fósforo y potasio.

Y dado que las cantidades de estos elementos que extraen cada tipo de planta o cultivo, dependen de la textura, tipos de arcilla, contenido en materia orgánica, etc... recordaremos igualmente que (7):

La textura, o composición granulométrica, expresa las proporciones relativas de las partículas minerales de la tierra fina, clasificados en categorías según unos tamaños arbitrarios. La clasificación americana (USDA) que es la más utilizada en España, señala los siguientes tamaños y descripciones:

Arena gruesa	De 2 a 0,5 mm.	—	Arena	De 2 a 0,05 mm.
Arena fina	De 0,5 a 0,05 mm.			
Limo	De 0,05 a 0,002 mm.			
Arcilla	menos de 0,002 mm.			

E igualmente, según las proporciones de arena, limo o arcilla, se denominan las siguientes clases de suelos (Cuadro nº 4):

**Cuadro nº 4. Clasificación Textural de suelos (USDA). Porcentajes de arena, limo y arcilla.**

Clase de suelo	Límites de los porcentajes de las fracciones del suelo		
	Arena	Limo	Arcilla
Arenoso	84 - 100	0 - 18	0 - 10
Arenoso - Franco	70 - 84	0 - 30	0 - 15
Franco - Arenoso	50 - 70	0 - 50	15 - 58
Franco	23 - 52	27 - 50	7 - 28
Franco - Arcillo - Limoso	0 - 20	40 - 73	27 - 40
Franco - Arcillo - Arenoso	45 - 80	0 - 26	20 - 55
Limoso	0 - 20	80 - 100	0 - 12
Arcillo - Arenoso	45 - 65	0 - 20	35 - 55
Franco - Arcilloso	20 - 46	15 - 52	28 - 40
Franco - Limoso	0 - 50	50 - 88	0 - 27
Arcillo - Limoso	0 - 20	40 - 60	40 - 60
Arcilloso	0 - 45	0 - 40	40 - 100

y para llegar a los niveles de referencia de fósforo y potasio, las clases anteriores se reagrupan en tres bloques de texturas: GRUESAS, MEDIAS Y FINAS (Cuadro nº 5).

**Cuadro nº 5. Grupos de suelos en los que se basan las recomendaciones de fertilizante (7).**

Grupo I Textura gruesa	Grupo II Textura media	Grupo III Textura fina
Arenoso	Franco	Franco-arcilloso
Arenoso-franco	Franco-arcillo-arenoso	Franco-arcillo-limoso
Franco-arenoso	Franco-limoso	Arcillo-limoso
	Limosos	Arcilloso
	Arcillo-arenoso	

En el **Anexo nº 1**, se adjunta un diagrama triangular para la determinación de la textura, a partir de las composiciones granulométricas que nos dan los análisis. En el **anexo nº 2**, se adjuntan tres ejemplos de suelos de nuestra Comunidad que pueden servir de ejemplo para buscar texturas y niveles de P y K.

A partir de estos grupos de suelos y el tipo de cultivo en cuestión, podremos encontrar en los dos cuadros que siguen los niveles de referencia correspondientes.

Para el fósforo:

**Cuadro nº 6. Contenidos en fósforo, método Olsen P (ppm.) (7).**

Grupos de suelos		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
		Cereales, forrajes, patatas tardías, maíz, etc:				
Text. Gruesas y Medias:	I y II	4	5-14	15-24	25-34	35
Text. Finas:	III	2	3-7	8-12	13-17	18
		Remolacha, patatas tempranas, frutales:				
Text. Gruesas y Medias:	I y II	8	9-18	19-36	37-72	72
Text. Finas:	III	5	6-10	11-20	21-40	41
		Cultivos intensivos de hortalizas y ornamentales:				
Text. Gruesas y Medias:	I y II	16	17-34	35-70	71-142	142
Text. Finas:	III	10	11-20	21-40	41-80	80

y para el potasio:

**Cuadro nº 7. Contenidos en potasio, método acetato amónico (ppm. K). De (7).**

Grupos de suelos		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
		Pastos, cereales, cultivo de secano				
Text. Gruesa	I:	20	21-40	41-80	81-160	161
Text. Media	II:	30	31-60	61-120	121-240	241
Text. Fina	III:	40	41-80	81-160	161-320	321
		Remolacha forrajera, patatas tardías, maíz regadío				
Text. Gruesa	I:	30	31-60	61-120	121-240	241
Text. Media	II:	45	46-90	91-180	181-360	361
Text. Fina	III:	60	61-120	121-240	241-480	481
		Remolacha azucarera, patatas tempranas, frutales				
Text. Gruesa	I:	40	41-80	81-160	161-320	321
Text. Media	II:	60	61-120	121-240	241-480	481
Text. Fina	III:	80	81-160	161-320	321-640	641
		Cultivos intensivos de hortalizas y ornamentales				
Text. Gruesa	I:	50	51-100	101-200	201-400	400
Text. Media	II:	75	76-150	151-300	301-600	600
Text. Fina	III:	100	101-200	201-400	401-800	800

(En este cuadro de referencia para los contenidos en potasio, los tres grupos de suelos según texturas, van separados, y se amplía un poco más el abanico de los tipos de cultivos).

De acuerdo con estos contenidos de referencia, **las recomendaciones de abonado fosfórico** serían las siguientes (Betrán, J.) (8).

Muy bajo	El valor de las extracciones x 2.
Bajo	Las extracciones x 1,5.
Medio	Sólamete las extracciones.
Alto	Sólamete las extracciones, o un 50% de éstas.
Muy alto	Un % muy pequeño de las extracciones o nada.

E igualmente para las recomendaciones de abonado potásico (8).

Muy bajo	El valor de las extracciones x 2.
Bajo	Las extracciones x 1,5.
Medio	Sólamete las extracciones.
Alto	Un 50% de las extracciones.
Muy alto	Ninguna aportación.

#### 4. Otra interpretación sobre la utilización del N contenido en el E.F. porcino:

Vimos en las páginas anteriores, cómo la mineralización del N contenido en la materia orgánica del suelo dependía del valor de dicho contenido, de la relación C/N, y de la temperatura y humedad ambientales. También, que para conocer los aportes de fertilizantes (al hablar de las extracciones realizadas por las cosechas), había que conocer cuál era la eficiencia de dichos fertilizantes.

En nuestra primera Información Técnica (03/1993) (1) habíamos utilizado la referencia holandesa de que: para el EF porcino, en el año de aplicación, con enterrado del E.F.P., y referido por ejemplo a cereales, sólo se obtiene un 29% de eficiencia para el N cuando se aplica en otoño, y de un 58% si se aplica en primavera. Y que el efecto residual, con aportaciones sucesivas, era muy pequeño: escasamente un 10% anual del N aportado para aplicaciones reiteradas durante más de 20 años. Y que esa misma eficiencia se vislumbraba en los ensayos franceses, allí recogidos...

El pasado año, Danes R., Molina V. et al. (5) exponen un modelo distinto acerca de la eficiencia de dicho aprovechamiento (N), de acuerdo con los trabajos de Pratt et al. (1973), sobre la idea de que la aportación reiterada, año tras año, de una misma dosis de E.F.P. conduciría a una aportación excesiva de nitrógeno, por adición de los sucesivos efectos residuales de las dosis. En consecuencia proponen aplicar una serie decreciente que equivaldría a la mineralización consecutiva del N que contiene el E.F.P. de: un 75% el primer año, un 15% el segundo, un 10% el tercero, etc.

Para calcular esas dosis decrecientes de E.F.P., utilizan la fórmula:

$$\text{Aportación de N} = \frac{\text{N orgánico} + \text{N amoniacal} (1-P)}{a} \quad (\text{kg/m}^3 \text{ de E.F.P.})$$

siendo: N orgánico: El contenido en N orgánico del E.F. en cuestión (kg/m<sup>3</sup>).

N amoniacal: El contenido en N amoniacal del E.F. en cuestión (kg/m<sup>3</sup>).

p: Las pérdidas por volatilización de N en su aplicación, en tanto por uno.

a: Coeficiente correspondiente al año concreto en que se reitera la aplicación, de acuerdo con el cuadro que sigue:

**Relación entre el aporte anual de N y la cantidad anual de N mineralizado, para un periodo de tiempo de 20 años (5).**

Años:	Relación N aportado/N mineralizado.							
	1	2	3	4	5	10	15	20
Serie decreciente								
0,75/0,15/0,10/0,05	1,33	1,27	1,23	1,22	1,20	1,15	1,11	1,06

El valor de la p lo estima en algunos ejemplos como: 0,15 en el caso de enterrar el estiércol tras su aplicación, y como 0,25 cuando no se entierra.

Con respecto a los otros dos elementos fertilizantes, fósforo y potasio, el modelo anterior les da la misma eficiencia que en el modelo holandés, es decir, la misma que los abonos minerales.

De acuerdo con este modelo de las series decrecientes y supuesto que se enterrase tras su aplicación, el planteamiento del aporte de una misma cantidad anual de nitrógeno, con E.F. porcino de cebadero (5,9 kg. N/m<sup>3</sup>) sería el siguiente:

Año	1	2	3	4	5	10	15	20
Coefficientes a	1,33	1,27	1,23	1,22	1,20	1,15	1,11	1,06
kg. de N disponible por m <sup>3</sup> de E.F.P. aportado	4,05	4,24	4,38	4,42	4,49	4,69	5,86	5,08
m <sup>3</sup> equivalentes para obtener 170 kg N/ha.	41,98	40,09	38,81	38,46	37,86	36,25	34,98	33,46

## 5. El razonamiento del uso del E.F. porcino como fertilizante agrícola:

Con toda la información recogida en los puntos anteriores podemos perfeccionar el uso de los E.F.P., especialmente en el respeto del medio ambiente (suelo y aguas), e incluso sin abandonar el objetivo de acercarnos a la máxima productividad de los cultivos.

### 5.1. El valor fertilizante (N-P-K) de los E.F.P.

Si bien hemos iniciado la utilización de métodos rápidos de valoración de este subproducto (densimetría y método AGROS), y en breve dispondremos de sus resultados, para los cálculos de los ejemplos que propondremos a continuación, seguiremos utilizando los valores de referencia de Cataluña (1) según los tipos de granja: cebadero, ciclos cerrados y maternidades. Y precisamente a este respecto, mencionar los errores advertidos:

En el cuadro segundo, página 6 de la Información Técnica 03/1993: El estiércol fluido porcino: I. Normativa comunitaria (91/676/CEE) y su aplicación como fertilizante, cuya expresión correcta debe ser la siguiente: (contenidos expresados en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, en lugar de P y K).

De E.F. porcino de CEBADEROS (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	Cataluña	5,95 - 5,27 - 3,64	kg/m <sup>3</sup>
	Murcia	4,60 - 3,44 - 3,25	kg/m <sup>3</sup>
De E.F. porcino de CICLOS CERRADOS (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	Cataluña:	4,28 - 3,18 - 2,76	kg/m <sup>3</sup>
De E.F. porcino de MATERNIDAD (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	Cataluña:	3,40 - 1,81 - 2,31	kg/m <sup>3</sup>
	Murcia:	3,30 - 2,75 - 2,05	kg/m <sup>3</sup>

En líneas generales, habría que recordar al hablar de los contenidos en Fósforo y Potasio, bien como tales elementos o como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ó K<sub>2</sub>O respectivamente (que es la forma habitual de expresión al hablar de fertilizantes) que el paso de una forma a la otra se haría así:

Transformar cifras de P en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	Dividir por 0,4366.
Transformar cifras de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en P:	Multiplicar por 0,4366.
Transformar cifras de K en K <sub>2</sub> O:	Dividir por 0,83.
Transformar cifras de K <sub>2</sub> O en K:	Multiplicar por 0,83.

### 5.2. Las necesidades de los cultivos:

Como una primera aproximación, podemos utilizar las cifras que dan las tablas de extracciones de las cosechas, y la experimentación en cada cultivo en particular nos irá indicando, a partir de esa referencia mínima, cuál puede ser la recomendación más adecuada.

En el **Anexo nº 3**, recogemos dos referencias de extracciones, la primera de Deschamps, V. et al., recogida en (1) y la de Danes et al. (5). Podemos comprobar la discrepancia de las mismas, lo que refuerza la idea de la necesidad de la experimentación adaptada a cada situación.

### **5.3. Otros aportes de elementos fertilizantes.**

**El agua de riego:** en determinados casos (aguas de pozo, por ejemplo), pueden contener elevadas cantidades de nitratos, por lo que se impone un análisis de las mismas para ver a qué nivel se encuentran.

Si por ejemplo, disponemos de un agua con 25 mg. de N - NO<sub>3</sub>/litro. Con cada riego, de un volumen p.e., de 600 m<sup>3</sup>/ha., estaríamos aportando:

$$0,025 \times 10^{-3} \times 600 \times 10^3 = 15 \text{ kg. de N/ha. y riego.}$$

Con una dotación anual entre 8.000 y 10.000 m<sup>3</sup> de agua/ha., supondrían unos aportes totales entre los 200 y 250 kg. de nitrógeno/ha., cantidades significativamente próximas a las necesidades totales de los cultivos más exigentes.

**Otras enmiendas orgánicas:** Cuando las tierras reciben o han recibido a corto plazo otros abonos orgánicos, está claro que deberán tenerse en cuenta como una fuente más de elementos fertilizantes, pero hasta el momento, no tenemos referencias claras de cómo estimarlos cuantitativamente en el año de aplicación y subsiguientes.

### **5.4. El análisis de suelo:**

Es la primera tarea a plantear si queremos conocer la realidad de la situación, y plantear del modo más racional la fertilización con E.F. porcino.

Los parámetros mínimos a solicitar al laboratorio serían:

- % de arena.
- % de limo.
- % de arcilla.
- Textura (Clasificación global según contenidos anteriores).
- pH en agua.
- Contenido en materia orgánica.
- Prueba previa de salinidad.
- Fósforo asimilable (método Olsen) ppm.
- Potasio asimilable (extracto acetato amónico) ppm.

Y si se trata de suelos bien cuidados y abonados con regularidad,

- Nitrógeno disponible (N-NO<sub>3</sub>).

A título de curiosidad, indicaremos que un análisis de este tipo cuesta 2.230 ptas., incluidos los gastos de remisión de resultados (Laboratorio Agroambiental. D.G.A.).

Con este análisis simple, podemos utilizar las referencias de fósforo y potasa para el grupo de suelos a que corresponde (según textura, cuadros 6 y 7) y en función de los mismos, calcular sus aportaciones por encima, iguales o por debajo de las extracciones.

La cantidad de N disponible, deberá restarse de las necesidades calculadas para el cultivo a establecer.

Este dato es válido para un corto periodo de tiempo. Debe repetirse anualmente, preferentemente antes de establecer los abonados de cobertera.

## 6. Ejemplos de cálculo:

Desarrollaremos algunos ejemplos para estudiar de un modo teórico las consecuencias de razonar la fertilización, bien con el modelo o hipótesis holandesa, bien con la de Pratt (Danés R. et al.).

### 6.1. Cultivos de otoño:

Propondremos como ejemplo el cultivo de la cebada, que es el más extendido en nuestra comunidad en los secanos áridos y semiáridos —ver **anexo nº 4**: Clasificación de los secanos por zonas agroclimáticas (9) y **nº 5**: Superficies cultivos herbáceos en Aragón (10)—.

Datos para el supuesto:

- Producción media de la zona: 2.500 kg/ha. (Aridos/Semiáridos del valle del Ebro).
- Análisis de suelo:

Textura:	Franca.
pH:	7,91.
Materia orgánica:	1,53.
Fósforo asimilable:	12 ppm. (Olsen).
Potasio asimilable:	52 ppm. (Acetato amónico).
N disponible:	despreciable.
- E.F.P. disponible: De cebadero (5,9 - 5,3 - 3,6) kg. (N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O) / m<sup>3</sup>.

En primer lugar, con los resultados del análisis iríamos a los cuadros 6 y 7 para ver en qué nivel de situación nos encontramos:

Al ser una textura franca, pertenece al grupo II (Cuadro nº 5): Suelos de textura media.

- El contenido en fósforo: 12 ppm. resulta bajo (5-14).
- El contenido en potasio: 52 ppm. resulta bajo (31-60).

En consecuencia, podríamos admitir unas recomendaciones de abonado:

- x 1,5 veces las extracciones respecto al fósforo.
- x 1,5 veces las extracciones respecto a la potasa.

**Necesidades de fertilización:** Estimadas a partir del cuadro de extracciones (Anexo nº 3). Sin otras referencias previas (abonado tradicional de la zona), tomaríamos los más altos de esos ejemplos:

24 kg. de N		por 1.000 kg de cosecha.
11 kg. de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
21 kg. de K <sub>2</sub> O		

Referidos a una producción de 2.500 kg cebada/ha.:

- 24 x 2,5 = 60 kg. de N
- 11 x 2,5 = 27,5 kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- 21 x 2,5 = 52,50 kg. de K<sub>2</sub>O.

y con las recomendaciones, para reducir el efecto de los bajos contenidos del suelo en P y K.

$$\begin{aligned} & 60 \text{ kg. de N} \\ 27,5 \times 1,5 & = 41,25 \text{ kg. de P}_2\text{O}_5 \\ 52,50 \times 1,5 & = 78,75 \text{ kg. de K}_2\text{O} \end{aligned}$$

Dosis de E.F.P. (cebadero) para aportar dichos nutrientes:

$$\text{s/ el nitrógeno: } 60/5,9 = 10,17 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

$$\text{s/ el fósforo: } 41,25/5,3 = 7,78 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

En el caso que nos ocupa, tratándose de suelos pobres en fósforo, podemos razonar la fertilización sobre el aporte del N. Si fueran suelos con contenidos altos o muy altos, el razonamiento debería hacerse por el aporte de fósforo.

Si ahora hacemos intervenir el concepto de la eficiencia del aprovechamiento del N, veamos las recomendaciones según cada modelo:

- **Modelo holandés** (aplicación única del E.F.P. en otoño, antes de la siembra):

Vamos a obtener un 0,29 de rendimiento, si se entierra tras su aplicación. En consecuencia, deberá aportarse:

$$60/(5,9 \times 0,29) = 35,07 \text{ m}^3 \text{ E.F.P./ha.}$$

- **Modelo de Pratt** (Danés R. et al.):

Según este modelo, con el mismo tratamiento de enterrar el E.F.P. tras su aplicación, obtendríamos una disponibilidad de N por m<sup>3</sup> de 4,05 para el primer año, 4,24 para el 2º, 4,38 para el 3º y un 4,42 para el 4º (Ver cuadro de la página 9).

En consecuencia, debería aportarse:

$$60/4,05 = 14,81 \text{ m}^3 \text{ de E.F.P./ha.} \quad \text{el 1}^\text{er} \text{ año.}$$

$$60/4,24 = 14,15 \text{ m}^3 \text{ de E.F.P./ha.} \quad \text{el 2}^\text{o} \text{ año.}$$

$$60/4,38 = 13,70 \text{ m}^3 \text{ de E.F.P./ha.} \quad \text{el 3}^\text{er} \text{ año.}$$

$$60/4,42 = 13,57 \text{ m}^3 \text{ de E.F.P./ha.} \quad \text{el 4}^\text{o} \text{ año.}$$

Veamos ahora en el **cuadro nº 8** que sigue, la evolución teórica de los aportes de los tres macronutrientes N-P-K si siguiéramos cultivando la cebada durante 4 años, con ambos modelos de abonado:

**Cuadro nº 8. Evolución teórica de los aportes nutritivos en 4 años consecutivos (Cebada secano, 2.500 kg/ha.).**

Años	Según modelo holandés			Según modelo de Pratt		
	m <sup>3</sup> E.F.P.	Nutrientes aportados	Nutrientes estimados aprovechables	m <sup>3</sup> E.F.P.	Nutrientes aportados	Nutrientes estimados aprovechables
1	35	206-185-126	60-185-126	15	88-79-84	61-79-84
2	35	206-185-126	60-185-126	14	83-74-78	59-74-78
3	35	206-185-126	60-185-126	14	83-74-78	61-74-78
4	35	206-185-126	60-185-126	14	83-74-78	62-74-78
<b>Suma</b>	140	824-740-504	240-740-504	57	337-301-318	243-301-318
<b>Necesidades en 4 años</b>			240-165-315	240-165-315		
<b>Diferencias: Aportes-Necesidades</b>						
en N	+ 584			+ 97		
en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		+ 575			+ 136	
en K <sub>2</sub> O			+ 189			+ 3

La simple observación de este cuadro teórico nos ayuda a comprender las diferencias entre ambos modelos: el modelo holandés llevaría a un rápido enriquecimiento del suelo en fósforo y potasa, amén de un elevadísimo excedente de nitrógeno, mientras que el modelo de Pratt se ajusta más a las necesidades del cultivo, el enriquecimiento en fósforo es mucho menor, nulo en potasa, y proporciona un pequeño excedente de N.

La experiencia dirá si en nuestras condiciones de suelos y climas, un estiércol fluido porcino, aplicado en otoño antes de las siembras, aporta ese 29% del N que contiene (según modelo holandés), o por el contrario, independientemente de la estación, aporta un 75% del N contenido y deja además unos restos para los años consecutivos...

## 6.2. Cultivos de primavera:

Propondremos como ejemplo el cultivo del maíz, uno de los 4 herbáceos de regadío más significativos por superficie de cultivo en nuestra comunidad (ver anexo nº 5).

Datos para el supuesto:

- Producción media de la zona: 10.000 kg/ha.
- Análisis de suelo:
 

Textura:	Franco-arcillosa.
pH:	8,1.
Materia orgánica:	2,0.
Fósforo asimilable:	12 ppm.
Potasio asimilable:	135 ppm.
(N - NO <sub>3</sub> ) disponible:	despreciable.
- E.F.P. porcino disponible: de cebadero (5,9 - 5,3 - 3,6) kg/m<sup>3</sup>.

De acuerdo con el análisis de suelo, la textura franco-arcillosa nos conduce a un suelo del tipo III (textura fina) y los contenidos en P y K resultan, para este grupo de suelos y en el cultivo de maíz:

- 12 ppm. P    contenido medio (8-12).
- 135 ppm. K    contenido medio (121-240).

y en consecuencia, utilizar una recomendación de abonado de: equivalentes a las extracciones del cultivo.

### Necesidades de fertilización:

Tomando igualmente las referencias más altas del anexo nº 1:

28 kg. N 11 kg. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 23 kg. K <sub>2</sub> O	 ———— 	por 1.000 de cosecha.	280 kg. N 110 kg. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 230 kg. K <sub>2</sub> O	 ———— 	para 10.000 kg/ha.
---	--------------	-----------------------	--	--------------	--------------------

Desde un punto de vista de aporte químico, se precisaría:

- s/ nitrógeno:  $280/5,9 = 47 \text{ m}^3/\text{ha}.$
- s/ fósforo:  $110/5,3 = 23 \text{ m}^3/\text{ha}.$

En este caso particular, con unos niveles medios de fósforo y potasa, que no interesa incrementar significativamente, podríamos decantarnos ya por razonar el aporte de los E.F.P. de acuerdo con los aportes de fósforo, y en ese caso, limitarnos a aplicar unos 23 m<sup>3</sup>/ha., y completando el resto de nutrientes mediante el abonado mineral.

Sin embargo, por seguir la comparación de los dos modelos (holandés y de Pratt) en un cultivo de primavera, como es este caso, vamos a estudiarlo teóricamente razonando sobre el aporte del N.

Dosis a aplicar (de acuerdo con la eficiencia estimada):

- Modelo holandés:  $280/(5,9 \times 0,58) = 81,82 \text{ m}^3 = (82 \text{ m}^3/\text{ha.})$
- Modelo de Pratt:  $280/4,05 = 69,14 \text{ m}^3/\text{ha.}$  el primer año (69)
- $280/4,24 = 66,04 \text{ m}^3/\text{ha.}$  el segundo año (66)
- $280/4,38 = 63,93 \text{ m}^3/\text{ha.}$  el tercer año (64)
- $280/4,42 = 63,35 \text{ m}^3/\text{ha.}$  el cuarto año (63)

En el cuadro nº 9 que sigue, vemos igualmente la evolución de los aportes y los excedentes teóricos.

**Cuadro nº 9. Evolución teórica de los aportes nutritivos en 4 años consecutivos (maíz regadío).**

Años	Según modelo holandés			Según modelo de Pratt		
	m <sup>3</sup> E.F.P.	Nutrientes aportados	Nutrientes estimados aprovechables	m <sup>3</sup> E.F.P.	Nutrientes aportados	Nutrientes estimados aprovechables
1	82	483-434-295	280-434-285	69	407-366-248	280-366-248
2	82	483-434-295	280-434-295	66	389-350-238	280-350-238
3	82	483-434-295	280-434-295	64	378-339-230	280-339-230
4	82	283-434-295	280-434-295	63	372-334-227	280-334-227
<b>Suma</b>	328	1.932-1.736-1.180	1.120-1.736-1.180	262	1.546-1.389-943	1.120-1.389-943
<b>Necesidades en 4 años</b>			1.120-440-920	1.120-440-920		
<b>Diferencias: Aportes-Necesidades</b>						
en N	+ 812			+ 426		
en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		+1.296			+ 949	
en K <sub>2</sub> O			+ 260			+ 23

Observando este cuadro, y comparándolo con el del ejemplo anterior, pueden apreciarse claramente las diferencias entre ambas situaciones:

- Al tratarse de aplicaciones de E.F.P. en primavera, los coeficientes de aprovechamiento son del 58% (modelo holandés) y del 75% (Pratt), con lo cual las dosis aplicadas están más próximas entre sí: 328 m<sup>3</sup> frente a 262 m<sup>3</sup> (4 años), hay una diferencia del 25% ( $328/262 = 1,25$ ). En el ejemplo anterior, con aplicaciones de otoño, los coeficientes teóricos son del 29% frente al 75%, que obliga a aplicar cantidades muy distintas: 140 m<sup>3</sup> frente a 57 m<sup>3</sup>:  $140/57 = 2,46$  veces superiores.
- Aun utilizando el modelo de Pratt, en este caso del maíz, aparecen unos notables excedentes en nitrógeno y fósforo, que se traducirían, tras un potencial enriquecimiento del suelo, en un incremento del potencial contaminante (N y P).

Veamos ahora cual sería el razonamiento teóricamente correcto, según el análisis de suelo: aportar el E.F.P. en función del fósforo, dado que estamos en una parcela que no precisa aumentar su contenido.

Cantidad máxima a aplicar:  $110/5,3 = 23 \text{ m}^3/\text{ha.}$

El aprovechamiento según cada modelo, sería en este caso:

Cuadro nº 10.

Años Dosis	Según modelo holandés			Según modelo de Pratt		
	m <sup>3</sup> E.F.P.	Nutrientes aportados	Nutrientes estimados aprovechables	m <sup>3</sup> E.F.P.	Nutrientes aportados	Nutrientes estimados aprovechables (*)
1	23	136-122-83	79-122-83	23	136-122-83	93-122-83
2	23	136-122-83	79-122-83	23	136-122-83	98-122-83
3	23	136-122-83	79-122-83	23	136-122-83	101-122-83
4	23	136-122-83	79-122-83	23	136-122-83	102-122-83
<b>Suma</b>	92	544-488-332	316-488-332	92	544-488-332	394-488-332
<b>Necesidades en 4 años</b>			1120-440-920	1120-440-920		
<b>Diferencias: Aportes-Necesidades</b>						
en N		-576	- 804		-576	-726
en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		+48			+48	
en K <sub>2</sub> O		-588			-588	

(\*) De acuerdo con los coef. de N disponible/m<sup>3</sup> de E.F.P. aportado. (pag. 9).

Aquí puede verse que ajustando los aportes del E.F.P. por el fósforo, las necesidades del cultivo en dicho elemento se cubren por completo y faltaría complementar el N y la potasa. La cuantía del N aprovechable, de acuerdo con ambos modelos podría oscilar entre 316 y 394 kg. N/ha. y 4 años, o entre 79 y 98,5 kg/ha. y año.

La contaminación potencial por excedentes de N o de K<sub>2</sub>O sería mínima, dado que los déficits del E.F.P. se cubrirían con unas aportaciones anuales de abono mineral, lo más próximos posibles al momento de aprovechamiento por la planta: N en cobertera.

### 6.3. Resumen de lo anterior:

- Sobre el modelo o sistema para razonar las dosis de E.F.P. a aplicar:

No disponemos todavía de base experimental –en nuestras condiciones de suelos y climas– para conocer cuál de las dos hipótesis de trabajo: la holandesa o la de Pratt et al., es más adecuada a nuestra situación. Sin embargo, esto no debe ser obstáculo para conocer qué es lo que estamos aportando al suelo desde el punto de vista químico.

- Para decidir qué nivel de E.F.P. vamos a aplicar como fertilizante, habrá que conocer la situación del suelo (N-P-K) a partir de un análisis del mismo.

Si tiene bajos contenidos (respecto a una referencia, como la que aquí hemos recogido (7) y (8), o cualquiera otra bien conocida) en fósforo y potasa, nos permitirá admitir en una primera etapa, cantidades superiores a las extracciones del cultivo.

Si vamos a trabajar con suelos que ya han alcanzado unos niveles altos de fertilidad, habrá que utilizar dosis pequeñas de E.F.P. equivalentes o por debajo de las extracciones. Del mismo modo, al razonar los aportes del E.F.P., por el aporte del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (en lugar del nitrógeno), nos conducirá a utilizar dosis muy moderadas de E.F.P. que habrá que complementar con abonos minerales.

De esta forma llegaríamos, tras una primera etapa (si se trata de suelos pobres) de enriquecimiento del suelo, a aportar mediante una fertilización mixta (E.F.P./abonos) los nutrientes necesarios para conseguir unas elevadas producciones, y sin crear excedentes que pudieran incidir en los fenómenos de contaminación de aguas o del propio suelo.

## 7. Una receta orientativa: Dosis medioambientales.

Podríamos hacerla tal como habíamos avanzado en (1), basándonos en la cifra de referencia que da la normativa comunitaria (91/676/C.E.E.) para zonas o áreas vulnerables a efectos de contaminación por nitratos no superando el equivalente de los 170 kg. de N/ha. y con las mismas referencias de contenido en N de los E.F.P., equivaldría como ya vimos a:

$$170/5,9 = 28,82 \text{ m}^3/\text{ha.} \quad 30 \text{ m}^3/\text{ha. de E.F.P. de cebaderos.}$$

$$170/4,2 = 40,48 \text{ m}^3/\text{ha.} \quad 40 \text{ m}^3/\text{ha. de E.F.P. de c. cerrado.}$$

$$170/3,4 = 50,0 \text{ m}^3/\text{ha.} \quad 50 \text{ m}^3/\text{ha. de E.F.P. de maternidades.}$$

y también habíamos utilizado en (6) como una propuesta de dosis medioambientales.

En el **Anexo nº 6** recogemos unas cifras orientativas de lo que podría ser esta "receta" aproximada de fertilización para los cuatro cultivos herbáceos más representativos de nuestra Comunidad: cebada (secano y regadío), girasol, maíz y trigo en los regadíos, de aplicar en forma de E.F.P. un equivalente de los 170 kg. de N (30 m<sup>3</sup> de cebadero por ha.), y luego, bajo la hipótesis del modelo holandés, calcular un abonado complementario con abonos minerales, que dan las cantidades que aparecen con signo negativo y en negrita (para el nitrógeno y la potasa).

A observar, que aún con dosis realmente bajas de E.F.P., se genera un excedente teórico de fósforo, por lo que a la larga, habría que vigilar mediante análisis periódicos del suelo cuándo se alcanzan los niveles medios-altos, que nos harían razonar la fertilización como ya hemos estudiado en los puntos 5 y 6.

En la segunda parte del cuadro, del mismo anexo, recogemos las mismas orientaciones para los cultivos leñosos, que podrían admitir pequeñas cantidades de E.F.P. Aquí, el aporte se plantea inferior al de referencia de los 170 kg. de N/ha., dado que las extracciones de las cosechas son muy reducidas. De cualquier manera, y aun con esas pequeñas aportaciones, se produciría un enriquecimiento de los suelos.

## 8. Estimación de la producción de estiércol fluido porcino.

El notable incremento en los censos del porcino de nuestra Comunidad Autónoma entre 1991 y 1994, de más del 60% en cabezas totales, nos obliga a recalcular la estimación de producción de E.F.P. en Aragón que habíamos incluido en (1). Trataremos de exponer una forma de calcularlo, en dos situaciones concretas.

### 8.1. Producción en una granja tipo:

Utilizaremos como pesos de referencia de lechones y animales de cebo, los obtenidos en el programa Gestinporc-D.G.A. (12).

Peso medio estimado por reproductora: 145 kg. (hembra + p.p. de verraco).

#### Período de transición:

- En ciclos cerrados:	De 7,15 a 25,77 kg. de peso vivo.	Peso medio:	16,46 kg.
	Duración media del periodo:		61 días.
- En granjas de cría:	De 6,59 a 18,18 kg. de peso vivo.	Peso medio:	12,39 kg.
	Duración media del periodo:		43 días.

### Período de cebo:

- En ciclos cerrados: De 25,77 a 98,86 kg. peso vivo.      Peso medio: 62,32 kg.  
Duración media del período: 104 días.

Nº de plazas disponibles, por fases productivas (13):

- En transición: 2,64 plazas/cerda alojada.  
- En cebo: 5,48 plazas/cerda alojada.

Producción de E.F.P.: 9% del peso vivo, en litros/día.

### Cálculo del volumen producido por unidad de producción:

- En granjas de ciclo cerrado:

Reproductores (1 cerda):  $145 \times 0,09 \times 365 / 1.000 = 4,76 \text{ m}^3$   
Transición: Por plaza:  $16,46 \times 0,09 \times 365 / 1.000 = 0,44 \text{ m}^3$   
Cebo: Por plaza:  $62,32 \times 0,09 \times 365 / 1.000 = 2,01 \text{ m}^3$

Total/cerda alojada (ciclo cerrado):

$4,76 \times 1 = 4,760$   
 $0,44 \times 2,64 = 1,162$   
 $2,01 \times 5,48 = 11,015$

---

16,937 m<sup>3</sup>/año      **17 m<sup>3</sup>/cerda alojada y año.**

- En granja de cría (sólo producción de lechones):

Reproductores (1 cerda): 4,76 m<sup>3</sup>  
Transición: Por plaza:  $12,39 \times 0,09 \times 365 / 1.000 = 0,407 \text{ m}^3$   
Total/cerda:  $4,76 \times 1 = 4,760$   
 $0,407 \times 2,64 = 1,075$

---

5,835 m<sup>3</sup>/año      **6 m<sup>3</sup>/cerda alojada y año.**

- En cebaderos (por plaza):

De 18 kg. a 98,86 kg. peso vivo      Peso medio 58,43 kg.

- Con 2,5 cebos/año y plaza  $58,43 \times 0,09 \times 120 \times 2,5 \times 1 / 1.000 = 1,57 \text{ m}^3/\text{plaza y año.}$

- Con 3 cebos/año y plaza  $58,43 \times 0,09 \times 120 \times 3 \times 1 / 1.000 = 1,883 \text{ m}^3/\text{plaza y año.}$

### 8.2. Estimación a partir de un censo de animales.

Recoge una serie de categorías de animales, según sus pesos vivos (lechones, cerdos de engorde) o grupo de reproductores (cerdas y verracos), y a los que les asignamos un peso vivo estimado:

	Peso vivo medio estimado	
n1: Nº de lechones (transición)	(6,8 - 20)	13,40 kg.
n2: Nº de cerdos de 20 - 49 kg. (Pre-cebo)	34,5 kg.	—— 60,00 kg.
n3: Nº de cerdos de 50 - 100 kg. o más (cebo)	75,0 kg.	
n4: Nº de verracos		—— 145 kg. por reproductora (estimación).
n5: Nº de cerdas reproductoras (totales)		

Cálculo del volumen de E.F.P., para un censo anual determinado:

Lechones:  $13,40 \text{ kg.} \times 0,09 \times (365-49) \text{ días} \times 1/1.000 = 1,38 \text{ m}^3/\text{animal censado y año (n1)}$ .

Cerdos cebo:  $(20 - 49) + (50 - 110 \text{ y más})$   
 $60 \times 0,09 \times (365 - 21) \text{ días} \times 1/1.000 = 3,85 \text{ m}^3/\text{animal censado y año (n2 + n3)}$ .

Reproductores:  $145 \times 0,09 \times 365 \times 1/1.000 = 4,76 \text{ m}^3/\text{animal censado (cerdas) (n5)}$ .

### 8.3. Actualización de la producción de E.F.P. en Aragón (1994).

En el cuadro nº 11 que sigue, calculamos las estimaciones de E.F.P. de acuerdo con las cifras recogidas en el punto anterior, para 1991 y 1994. Las diferencias apreciables respecto a 1991 (1) se deben al peso estimado en reproductores/verracos, y a la estimación de ocupación de las plazas (lechones).

**Cuadro nº 11.**

	1991		1994	
	Nº cabezas (10)	Volumen E.F.P. (m³)	Nº cabezas (10)	Volumen E.F.P. (m³)
Lechones	614.490	233.506 m³ (a)	938.463	356.616 m³ (a)
Cerdos 20-49 kg.	492.496		701.853	
50-sacrificio	740.415		1.400.216	
Suma: (cerdos)	1.223.911	2.264.235 m³ (b)	2.102.069	3.888.828 m³ (b)
Cerdas (+ pp. verracos)	216.065	1.028.469 m³ (c)	292.016	1.389.996 m³ (c)
<b>Total</b>	<b>2.072.230</b>	<b>3.526.210 m³</b>	<b>3.342.323</b>	<b>5.635.440 m³</b>
Valoración del E.F.P. en Unidades fertilizantes (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O) <sup>(1)</sup>	(a): 793.920 - 420.311 - 537.064 (b): 13.358.986 - 12.000.445 - 8.151.246 (c): 3.496.795 - 1.851.244 - 2.365.478		(a): 1.212.494 - 641.909 - 820.217 (b): 22.944.085 - 20.610.788 - 13.999.780 (c): 4.725.986 - 2.501.993 - 3.196.991	
<b>Totales</b>	<b>17.649.701 - 14.272.000 - 11.053.788</b>		<b>28.882.565 - 23.754.690 - 18.016.988</b>	

<sup>(1)</sup> De acuerdo con los valores de referencia de Ferrer et al., 1981 (1) que habitualmente utilizamos:

5,9 - 5,3 - 3,6 Uds/m³ E.F. de cebaderos.

3,4 - 1,8 - 2,3 Uds/m³ E.F. de maternidad.

Sobre estas cifras estimadas podríamos hacer las siguientes **observaciones**:

- De acuerdo con los incrementos del censo oficial, hemos pasado de una estimación de 3,3 ó 3,5 millones de m³ de E.F.P. en 1991 a los 5,6 millones en 1994. Un incremento del 60%.
- Del total de E.F.P. producido, la mayor parte del N contenido procede de los cebaderos:  
 $13.358/17.649 = 0,7569$  ..... un 76% en 1991.  
 $22.944/28.882 = 0,7944$  ..... un 79% en 1994.

Estas cifras refuerzan la idea de calcular habitualmente las estimaciones sobre los E.F.P. y su utilización, con los contenidos-tipo de este estiércol (5,9-5,3-3,6 Uds/m³).

- Una valoración actualizada del contenido fertilizante del E.F.P. para 1994 sería:  
1 Ud. N en forma de urea del 46%, valía en dicho año (10)  $24/0,46 = 53,38$  ptas.  
1 Ud. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de superfosfato en 18% (10)  $18,20/0,18 = 101,11$  ptas.  
1 Ud. K<sub>2</sub>O en forma de cloruro potásico del 60% (10)  $21,95/0,60 = 36,58$  ptas.

que referido a los 5,635 millones de m<sup>3</sup>, suponen:

$$28.882.565 \times 53,28 = 1.538.863.063 \text{ ptas. (N).}$$

$$23.754.690 \times 101,11 = 2.401.836.706 \text{ ptas. (P}_2\text{O}_5\text{).}$$

$$18.016.988 \times 36,58 = 659.061.421 \text{ ptas. (K}_2\text{O).}$$

**Suma: 4.599.761.190 ptas.**

Es decir, el despreciado y maloliente "purín", tenía, en 1994, un valor equivalente superior a los 4.599 millones de pesetas.

Igualmente, a nivel de todo Aragón, los 5,63 millones de m<sup>3</sup> de E.F.P. producidos en 1994, con un aporte medio de 30 m<sup>3</sup>/ha., alcanzarían únicamente para fertilizar 187.848 de las 681.351 hectáreas de cebada secano (un 27,5%) sembradas en dicho año.

## 9. La economía del manejo de los E.F.P.

### 9.1. En la propia granja (ganaderos-agricultores).

De acuerdo con el **anexo nº 7** –Estructura productiva de las explotaciones de porcino, Aragón, 1994 (10)–, en las explotaciones de producción, el grupo de granjas que mayor censo recoge, es el correspondiente al estrato 5 (entre 100 y 199 plazas) que con 452 explotaciones abarcan un censo de 59.456 cerdas, o bien, la suma de los estratos 5 y 6 (100-199 y 200-399 plazas) abarcan 670 explotaciones y 116.492 cerdas totales. Es decir, el 10,50% de las granjas (670/6.383) concentran el 39,69% del censo de cerdas (116.492/293.493) regional.

En cebaderos: el estrato 8 (1.000 ó más plazas) es el que mayor nº de plazas de cebo aporta: 927.358 plazas, con sólo 558 explotaciones: Aquí, un 22,37% de las explotaciones (558/2.494) agrupa el 54,61% (927.358/1.698.002) de las plazas de cebadero (sin incluir las existentes en granjas de producción) regional.

Veamos, en estos grupos de explotaciones señaladas, lo que podría estimarse sobre el manejo del E.F.P.

#### *Granjas de producción y cebaderos:*

Si estudiamos en las explotaciones de producción (Anexo 7): la relación de plazas de cebo al nº de cerdas existentes, en dichos estratos 5 y 6 mencionados, resulta:

$$164.838 + 177.534 = 342.372 \text{ plazas.} \quad 59.456 + 57.036 = 116.492 \text{ cerdas.}$$

$$342.372 / 116.492 = 2,93.$$

Esta cifra, de acuerdo con nuestras referencias de (13) corresponderían más bien a explotaciones de cría que de ciclo cerrado. Sin embargo, lo calcularemos para ambas situaciones con las estimaciones utilizadas en el punto 8, de:

17 m<sup>3</sup> de E.F.P./cerda y año, en c. cerrado.

6 m<sup>3</sup> de E.F.P./cerda y año en cría.

1,57-1,89 (1,7 media) m<sup>3</sup>/plaza de cebo y año, en cebaderos.

Para estimar el tiempo invertido en el manejo, del E.F.P. (carga, transporte al campo, aplicación y regreso) como fertilizante, utilizaremos las referencias de (13) y (14), que coinciden en contabilizar en 0,60 horas (36-40 min.) el tiempo medio por viaje de E.F.P., probablemente, porque nadie se aleja excesivamente de las granjas, a la hora de sacar los E.F.P.

Como ejemplo de tamaño de explotación de producción, tomaremos las 200 cerdas, y de cebadero uno de 1.000 plazas.

Consideraremos dos grupos de equipos para manejar este E.F.P.: los pequeños-medios, con cubas entre 3 y 5 m<sup>3</sup> de capacidad y los medios-grandes, entre 6-10 m<sup>3</sup> de capacidad, con unos tractores de potencias acordes con la capacidad de la cuba.

En función de estas hipótesis podemos confeccionar un cuadro de los tiempos invertidos según tipo de granjas y dimensión de los equipos disponibles:

**Cuadro nº 12.**

Tipo de granja y capacidad	Volumen (estimado) de E.F.P./año (m <sup>3</sup> )	Tiempo anual destinado a "sacar" E.F.P. (horas)			
		s/ equipos		Por unidad animal	
		Con equipos pm: 3-5 m <sup>3</sup>	Con equipos mg: 6-10 m <sup>3</sup>	Cerda alojada p.m. - m.g.	Plaza de cebo p.m. - m.g.
De cría, 200 cerdas	1.200	180	90	0,90 - 0,45	-
Ciclo cerrado, 200 cerdas	3.400	510	255	2,55 - 1,28	-
Cebadero, 1.000 plazas	1.700	255	127,5	-	0,25 - 0,127

*p.m.:* equipo pequeño-medio.

*m.g.:* equipo medio-grande.

Si a estas referencias horarias les atribuimos un coste de cada equipo tal como el que sigue [s/(15)]:

Conjunto tractor-cuba, equipos pequeños-medianos: 2.200 ptas/hora.

Conjunto tractor-cuba, equipos medianos-grandes: 3.600 ptas/hora.

y sin añadir la mano de obra, dado que le suponemos incluida en el personal de la explotación porcina, podríamos confeccionar el siguiente cuadro de costes anuales:

**Cuadro nº 13. Costes anuales estimados del manejo del E.F.P. en granjas (ptas. en 1994).**

Tipo de granja y capacidad	s/equipos		s/equipos y unidad animal				por m <sup>3</sup> manejado	
	p.m.	m.g.	p/cerda alojada		p/plaza de cebo		p.m.	m.g.
			p.m.	m.g.	p.m.	m.g.		
De cría, 200 cerdas	396.000	324.000	1.980	1.620	-	-	330	270
Ciclo cerrado, 200 cerdas	1.122.000	918.000	5.610	4.590	-	-	330	270
Cebadero, 1.000 plazas	561.000	459.000	-	-	561	459	330	270

*p.m.:* equipo pequeño-medio.

*m.g.:* equipo medio-grande.

## 9.2. Umbral de rentabilidad del E.F.P. como fertilizante: Agricultores-no ganaderos.

Lo planteamos, una vez más, bajo la concepción de que los costes de distribución del E.F.P. en las parcelas se equilibren con el valor equivalente que tiene el subproducto como fertilizante. Mas allá de las distancias resultantes, el valor de los costes de distribución superaría al valor fertilizante.

Tampoco podemos entrar en la valoración de la eficiencia fertilizante, que si se admite del 100% para el fósforo y la potasa, nos falta todavía contrastar cuál es la verdadera eficiencia del N en nuestras condiciones agroclimáticas. Se plantea igualmente en el supuesto de que los ganaderos ceden gratuitamente su subproducto a pie de granja.

La mano de obra (tractorista), la valoraremos como la renta agraria por persona ocupada en 1994 (10): 2.239.000 ptas/año, que equivale con 1.920 horas/año (U.T.H.) a 1.166 ptas/hora, redondeando, a 1.100 ptas/h.

El valor equivalente de cada m<sup>3</sup> de E.F.P., según su origen resulta (1994):

		ptas/m <sup>3</sup>	v.r. s/447
1 m <sup>3</sup> de cebadero	(5,9 - 5,3 - 3,6): (5,9 x 53 + 5,3 x 101 + 3,6 x 37) =	981	2,19
1 m <sup>3</sup> de c. cerrado	(4,2 - 3,1 - 2,7):	= 636	1,42
1 m <sup>3</sup> de maternidad	(3,4 - 1,8 - 2,3):	= 447	1,00

Una limitación que vamos a introducir, frente a la forma de calcularlo en (14) y (16), es la de incluir en los costes de aplicación del E.F.P. una labor ligera para enterrarlo (en un periodo máximo de 24 h. tras la aplicación) o mezclarlo con la capa superficial del terreno, y que valoramos en 3.300 ptas/ha. (15), y cuya justificación estaría en la disminución de las molestias por olores y en evitar las pérdidas de NH<sub>3</sub> (contaminación atmosférica).

### 9.2.1. Umbral de rentabilidad para el E.F.P. de cebaderos.

a) Con equipos medios-grandes: (6-10 m<sup>3</sup> de cuba, y tractor de potencia media-alta):

Valor fertilizante de 1 cuba (8 m <sup>3</sup> ):	8 x 981 =	7.848 ptas.
Coste de carga + transporte (ida y vuelta) + aplicación:	3.600 + 1.100 =	4.700 ptas/hora.
Coste de labor de mezcla/enterrado:		3.300 ptas/ha.
Dosis-tipo de aplicación:		30 m <sup>3</sup> /ha. (170 kg N/ha.).
Tiempo por viaje estimado:		0,6 horas = 36-40 min.
Velocidad media de desplazamiento:		12 km/h.
Tiempo de carga, medio:		0,07 horas (4,2 minutos).
Distancia: El doble de la granja-parcela (d):	D=2d (en km).	
Ecuación de equilibrio:		(1 cuba).
Valor equivalente fertilizante =		(tiempo tractor-cuba-tractorista) ptas/h. + (coste labor de enterrado del área abonada con una cuba) ptas.

$$7.848 \text{ ptas. (8 m}^3\text{)} = (0,07 + D/12) 4.700 + (8/30) 3.300$$

De aquí se obtiene D = 16,95 km., luego..... **d = 8,42 km.**

b) Con equipos pequeños-medios (4 m<sup>3</sup> cuba y tractor pequeña-media potencia).

$$4 \times 881 \text{ (4 m}^3\text{)} = (0,07 + D/12) (2.200 + 1.100) + (4/30) 3.300$$

$$3.924 = (0,07 + D/12) 3.300 + (4/30) 3.300 \quad D = 11,82 \text{ km.} \dots \quad \mathbf{d = 5,91 \text{ km.}}$$

### 9.2.2. Umbral de rentabilidad para el E.F.P. de ciclos cerrados.

a) Con equipos medios-grandes: (6-10 m<sup>3</sup> cuba + T).

$$636 \times 8 = (0,07 + D/12) 4.700 + (8/30) 3.300 \quad D = 9,90 \text{ km.} \dots \quad \mathbf{d = 4,95 \text{ km.}}$$

b) Con equipos pequeños-medios: (3-5 m<sup>3</sup> cuba + T).

$$636 \times 4 = (0,07 + D/12) 3.300 + (4/30) 3.300 \quad D = 6,81 \text{ km.} \dots \quad \mathbf{d = 3,40 \text{ km.}}$$

### 9.2.3. Umbral de rentabilidad para el E.F.P. de maternidad.

a) Con equipos medios-grandes (6-10 m<sup>3</sup> de cuba + T).

$$447 \times 8 = (0,07 + D/12) 4.700 + (8/30) 3.300 \quad D = 6,04 \text{ km.} \dots \quad \mathbf{d = 3,02 \text{ km.}}$$

b) Con equipos pequeños-medios: (3-5 m<sup>3</sup> de cuba + T).

$$447 \times 4 = (0,07 + D/12) 3.300 + (4/30) 3.300 \quad D = 4,06 \text{ km.} \dots \quad \mathbf{d = 2,03 \text{ km.}}$$

## 10. Suelo agrícola y producción porcina al aire libre:

La producción porcina al aire libre se inició en el Reino Unido en la década de los 50, hoy tiene una notable difusión, y desde allí parece ser que se ha difundido el sistema a Europa (17).

En Francia se inició en 1982 y diez años después existían unas 1.000 explotaciones con este sistema y unas 70.000 cerdas (Texier 1992) (18).

En nuestro país no conocemos el peso específico que puede tener en estos momentos, pero se presenta con el atractivo de una pequeña inversión frente a las instalaciones tradicionales (cerradas) para la producción de lechones.

A título de curiosidad y dado que estamos estudiando la fertilización con E. fluidos, haremos lo propio (siempre desde el plano teórico) respecto a la aplicación directa de las deyecciones porcinas al suelo.

### *Cargas ganaderas recomendadas:*

La referencia de Thornton (17) habla de una densidad entre 14 y 19 cerdas por ha., sobre la base de una rotación anual o bianual. Tras esta ocupación de los animales, el terreno vuelve a cultivarse.

La referencia francesa de Texier (18) cita densidades máximas de:

20 reproductoras/ha., ó

60 cerdos de engorde/ha., ó el equivalente de 120 cerdos producidos al año,

así como las normas, también francesas del Corpen, que consideran que la carga nitrogenada producida por el porcino es de:

0,2 Uds. por lechón (de 7-25 kg. p.v.),

3,5 Uds. por cerdo de engorde (25-100 kg. p.v.),

17,5 Uds. por cerda y año,

y en consecuencia, que con esas cargas ganaderas se aporta al suelo del orden de 350 kg. N/ha. (cerdas) y 420 kg. N/ha. (engorde), cantidades superiores a las necesidades de forrajeras exigentes como pueden ser el ray-grass, o la festuca y por consiguiente se está exponiendo al suelo a la contaminación por nitratos.

Si comparamos estas aportaciones con las necesidades de nuestros cultivos (ver anexo nº 4), vemos que en secano, sobrepasamos con creces las necesidades medias y máximas.

48 - 96 Uds. N/ha. (cebada)      Excedente de 350-96 = 254 Uds. de N.

420-96 = 324 Uds. de N.

y en el regadío sobrepasan con creces las necesidades de la cebada, trigo y girasol, y únicamente en los casos de las más altas producciones de maíz (255-330 Uds. de N) se acercarán a los aportes de 350 Uds. de N (cerdas).

### *Aportes de fósforo y potasio:*

La misma consideración sobre el N, podríamos trasladarla a los aportes de estos dos elementos en forma de deyecciones, sobre la hipótesis que los contenidos de P y K de los E.F.P., atribuidos a cada categoría de animales (o sus fases productivas) fueran los mismos que las heces/orinas aportadas al terreno.

Así, en producción de lechones, hacíamos (punto 8) una estimación de 6 m<sup>3</sup> de E.F.P. por cerda y año. Traducido a los contenidos de referencia habituales (3,4-1,8-2,3), suponen:

6 x 3,4 x 20 = 408 kg. N/ha.

6 x 1,8 x 20 = 216 kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

6 x 2,3 x 20 = 276 kg. K<sub>2</sub>O/ha.

Con esta hipótesis, la estimación de aporte nitrogenado es superior a la francesa:  $408/350 = 1.165$  (un 15,5% mayor) y los excedentes en  $P_2O_5$  y  $K_2O$  sobre las necesidades de los cultivos resultarían:

Respecto al  $P_2O_5$ :

- En secanos y cebada, y producciones medias y máximas (ver anexo nº 4).  
2.000 kg/ha.: 48-22-42 216-22 = +194 kg. de  $P_2O_5$  en exceso (8,8 veces las extracciones).  
4.000 kg/ha.: 96-44-84 216-44 = +172 kg. en  $P_2O_5$  en exceso (3,9 veces las extracciones).
- En regadío con maíz:  
7.000 kg/ha.: 210-91-105 216-91 = +125 kg. de  $P_2O_5$  en exceso (1,3 veces las extracciones).  
11.000 kg/ha.: 330-143-165 216-143 = +73 kg. de  $P_2O_5$  en exceso (0,5 veces las extracciones).

Respecto a la potasa  $K_2O$ :

- En secanos, y cebada:  
276-42 = +234 kg. de  $K_2O$  en exceso (5,5 veces las extracciones).  
276-84 = +192 kg. de  $K_2O$  en exceso (2,2 veces las extracciones).
- En regadío:  
Los aportes de potasa de las deyecciones: 276 kg/ha., superan las necesidades máximas de la cebada (143 kg), maíz (165), trigo (188) y únicamente el girasol, precisaría un aporte adicional de potasa:  $350-276 = 74$  kg/ha. abonado complementario.

**En el caso de cebo al aire libre:**

Tomando la misma densidad recomendada por los franceses, de 60 cerdos/ha. y 120 al año (2 ciclos), podríamos equiparlo a una producción de  $1,57 (2/2,5) = 1,25$  m<sup>3</sup> de E.F.P. / plaza de cebo,

$$1,25 \times 60 = 75 \text{ m}^3 \text{ de E.F.P. (c)/ha. y año: (5,9-5,3-3,6).}$$

supone unos aportes:

$$442-397-270 \text{ Uds. N-P-K/ha. y año.}$$

En este caso, la estimación de aporte de N es más próxima a la francesa:

$$442/420 = 1,05 \text{ (sólo un 5\% superior).}$$

Respecto a **aportes de  $K_2O$**  resultan muy similares a los proporcionados por la producción de lechones (cría), 270 frente a 276 kg/ha., con lo cual se pueden aplicar los mismos comentarios que en el caso anterior.

Respecto a los **aportes de  $P_2O_5$** : son sensiblemente superiores:  $397/216$  (1,83 veces superiores a la producción de lechones), con lo cual generarían unos excedentes sobre las extracciones de:

- En seco y cebada: (2.000 - 4.000 kg. de cosecha/ha.).  
397-22 = +375 kg/ha. de excedente 17,05 veces las extracciones.  
397-44 = +353 kg/ha. de excedente 8,02 veces las extracciones.
- En regadío, en maíz, que es el más exigente en fósforo:  
(7.000 kg.) 397-91 = +306 kg/ha. de excedente 3,36 veces las extracciones.  
(11.000 kg.) 393-143 = +254 kg/ha. de excedente 1,77 veces las extracciones.



## 11. A modo de resumen:

### **La Fertilización, con un criterio medioambiental, entendemos que debería:**

- En primer lugar, aportar las extracciones que realizan los cultivos.
- En segundo lugar, tratar de alcanzar y mantener los niveles de fertilidad deseables en cada tipo de suelos.
- Y consecuencia de lo anterior, no aportar excedentes de ninguno de los macronutrientes (N, P, K), que pudieran ocasionar problemas de contaminación (nitratos y potasio en las aguas subterráneas, fósforo arrastrado por la erosión...).

### **Si se desea fertilizar con E.F.P. ("purines"):**

#### **1º Encargar un análisis de suelo sencillo, que recoja como mínimo:**

- Granulometría:       % de arena.  
                              % de limos.  
                              % de arcilla.
- pH.
- Prueba previa de salinidad (CE 1:5).
- Contenido de materia orgánica.
- Fósforo Olsen, ppm.
- Potasio (extracto acetato amónico), ppm.
- Carbonatos totales.
- Nitrógeno mineral, nitratos (NO<sub>3</sub>-N).

#### **2º Descartados problemas de salinidad (con valores CE 1:5 ds/m a 25°C, inferiores a 0,3):**

- Clasificar el suelo por su textura (con el diagrama triangular del anexo nº 1).
- Conocer en el cuadro 6, en función de la textura y tipo de cultivo, el nivel de referencia de fósforo.
- Conocer en el cuadro 7 el nivel de referencia del potasio.
- Conocer la disponibilidad de N (NO<sub>3</sub>) contenido en los 30 primeros cm. del suelo, supuesta una densidad media de 1,3 kg/dm<sup>3</sup>.  
ppm (NO<sub>3</sub>-N) x 3,9 = kg. de N/ha.

#### **3º Calcular las necesidades del cultivo y del suelo:**

- Extracciones de la cosecha esperada.
- ± Recomendaciones de P ó K, según el nivel de referencia.
- - Nitrógeno disponible (N-NO<sub>3</sub>) y otros aportes de N (aguas de riego, otras enmiendas...).

#### **4º Calcular las dosis de E.F.P.:**

- Según el nitrógeno, si el suelo es pobre en fósforo.
- Según el fósforo, si el suelo es rico en fósforo.
- Recordar siempre la variabilidad del contenido N-P-K del E.F.P., según cómo se tome de la fosa. Intentar, en la medida de lo posible, homogeneizar mediante remoción o batido el contenido de la misma.

#### **5º Calcular los abonos minerales complementarios.**

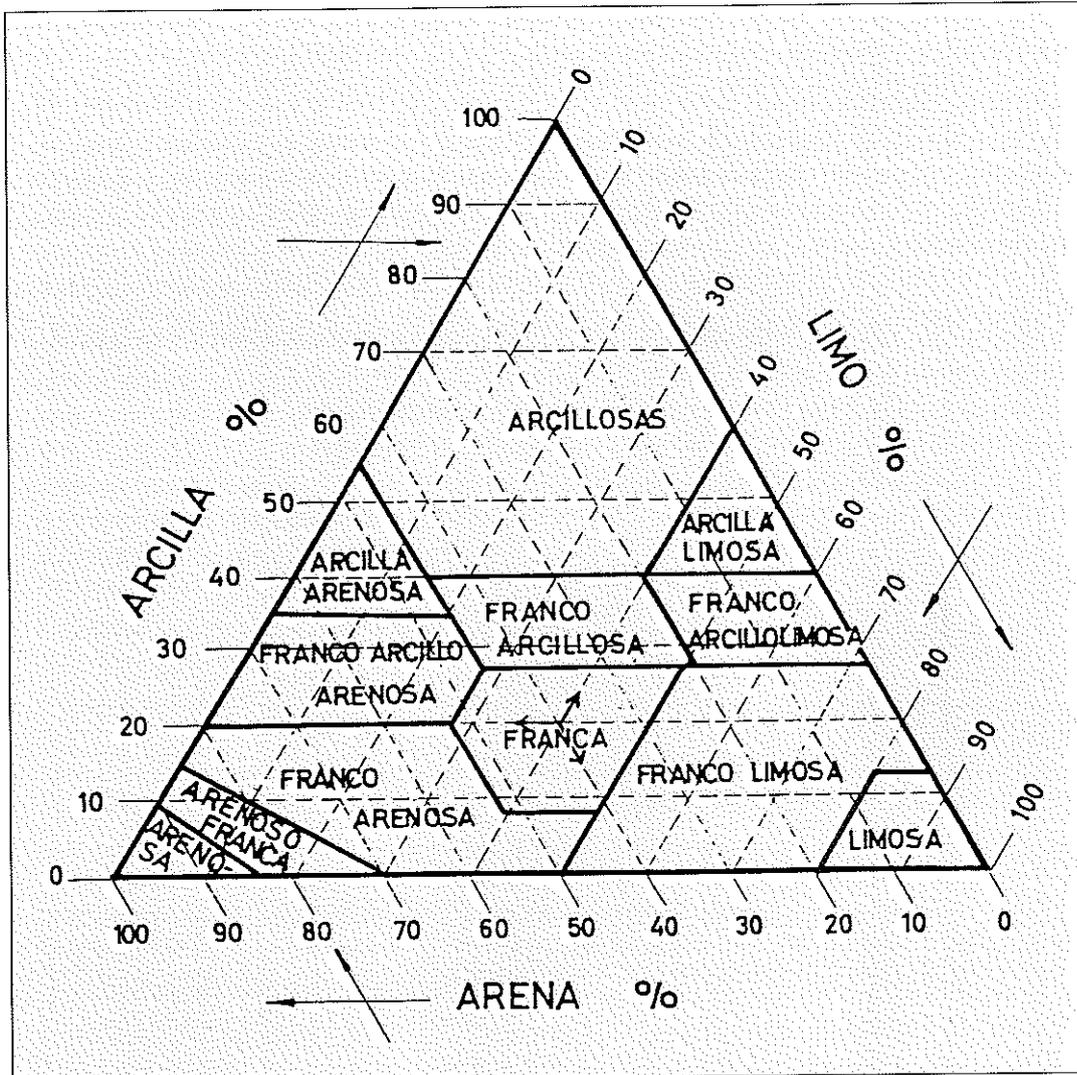
Por diferencia entre aportes del E.F.P. y las necesidades, teniendo en cuenta la eficiencia del N según el modelo de cálculo que se utilice.

#### **6º Una vez conocido el suelo, deberemos mantener un seguimiento de los parámetros que van a evolucionar a corto o medio plazo. Para esto, será suficiente el análisis del fósforo y del potasio cada 2 ó 3 años, y cada 4 ó 6 años, incluir además el de materia orgánica y la prueba previa de salinidad.**

# 12 Anexos

ANEXO 1. [DE (20)]

Diagrama triangular para determinación de la textura. (Clasificación U.S.D.A.).



Tamaño de las partículas en m.m.		
Menos	0,002	ARCILLA
de	0,002 a 0,05	LIMO
de	0,05 a 2,0	ARENA

## ANEXO 2

Tres ejemplos reales de análisis de suelo (Unidad Técnica de Análisis de Medios de la producción. D.G.A.).

Ref. (provincia)	EJEMPLO 1		EJEMPLO 2		EJEMPLO 3	
	Cultivo	Cebada	Cebada	Calificación	Cebada	Calificación
<b>Granulometría:</b>						
Arena total	50,55	45,28	53,56			
Limo grueso	9,37	9,28	6,05			
Limo fino	19,68	33,14	17,82			
Arcilla	20,40	12,30	22,57			
(Clase textural)	franca	franca	franco-arcillo -arenosa	G-II textura media	G-II textura media	G-II textura media
<b>pH del agua</b>	8,38	8,24	7,94	mod. básico	mod. básico	mod. básico
<b>Prueba de salinidad (CE 1:5) ds/m. a 25°C</b>	0,21	0,18	0,23	no problemas	no problemas	no problemas
<b>Materia orgánica %</b>	1,12	1,72	4,18	media	muy alto	muy alto
<b>Fósforo asimilable (OLSEN) ppm.</b>	10,67	18,73	72,52	medio	muy alto	muy alto
<b>Potasio (extracto acetato amónico) ppm.</b>	58,7	78,30	397,30	medio	muy alto	muy alto
<b>Nitrógeno mineral, nitratos (NO<sub>3</sub>-N) ppm.</b>	36,82	53,36	57,33	<sup>(1)</sup> 138 kg. N/ha.	<sup>(1)</sup> 149 kg. N/ha.	<sup>(1)</sup> 149 kg. N/ha.
<b>Carbonatos totales %</b>	23,2	30,5	26,8	muy carbonatado	muy carbonatado	carbonatado
<b>Observaciones:</b>						
		<sup>(1)</sup> Referido a la capa 0-20 cm.				

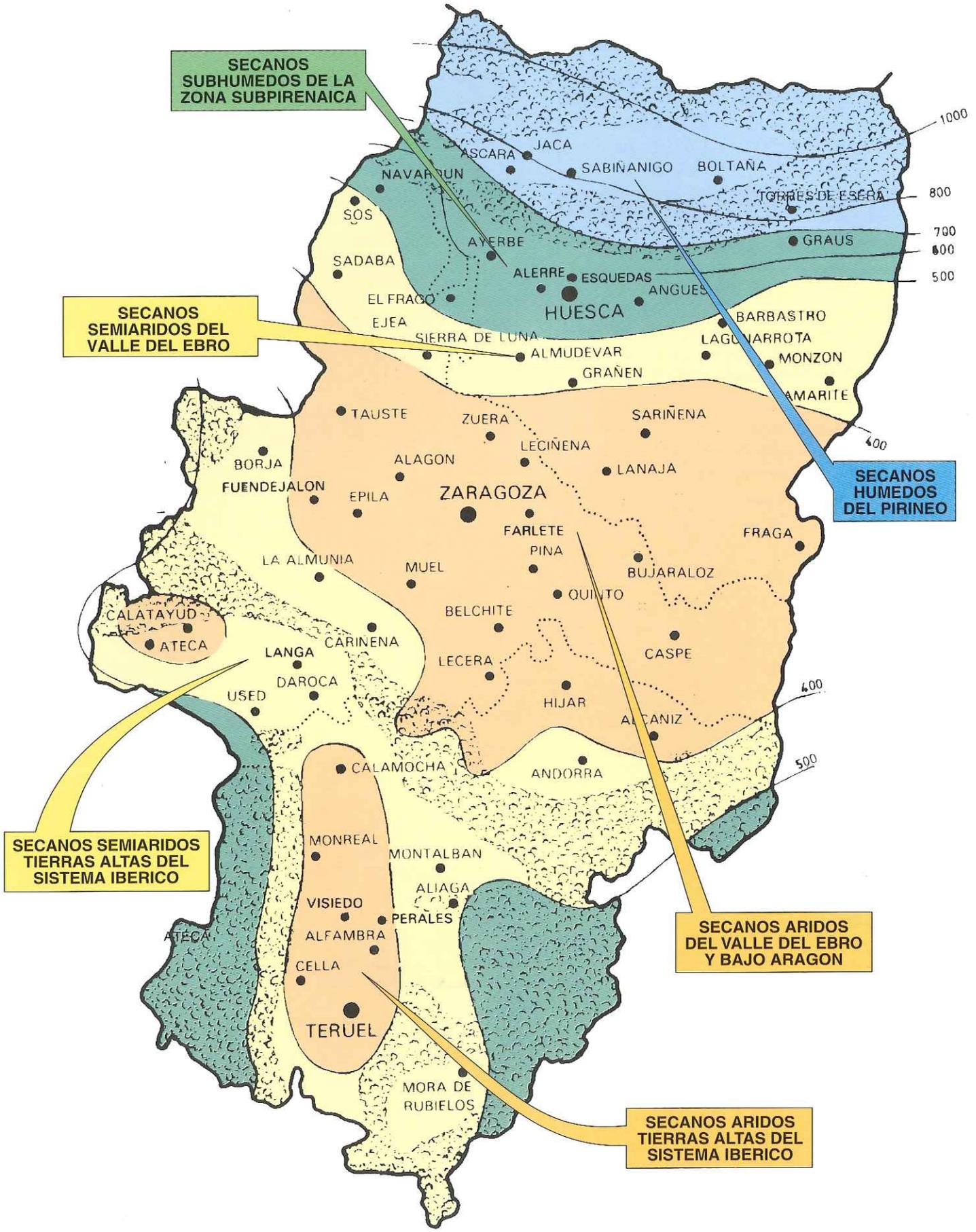
**ANEXO 3.**

**Extracciones (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) kg/1.000 kg. de cosecha.**

	Según Deschamps et al. -de (1)-			Según varios autores -de (5)-		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Trigo	24	12,5	17	30	16	29
Cebada	20	10	19	24	11	21
Avena	-	-	-	28	14	36
Maíz (grano)	13,5	5,6	4,5	28	11	23
Sorgo	-	-	-	35	14	33
Patata	3,2	1,5	6,0	3,5	1,6	3,5
Cereal invierno (forraje)	-	-	-	2,2	1,2	1,7
Gramíneas (forraje)	-	-	-	15,0*	6,0*	22,0*
Maíz forrajero	24	10	21	2,2	0,9	2,4
Maíz forrajero	-	-	-	12,5*	5,5*	15*
Ray-grass	-	-	-	5,7	2,2	7,1
Ray-grass	-	-	-	22,0*	9,0*	27,0*
Ray-grass (heno)	22	6	25	-	-	-
Pradera natural (corte)	-	-	-	13,5*	6,0*	18*
Pradera natural (pasto)	-	-	-	25,0*	6,0*	22*
Pradera permanente	-	-	-	25	7,5	30
Pradera permanente (STH) (heno)	20	6	25	-	-	-
Leguminosas forrajeras (heno)	18	6	18	-	-	-
Remolacha (raíces)	1,5	0,9	5	-	-	-
Coles	4,0	0,7	4,5	-	-	-
Manzano	-	-	-	2,5	0,9	3,7
Peral	-	-	-	2,4	0,7	3,3
Albaricoquero	-	-	-	9,6	1,5	8,7
Melocotonero	-	-	-	9,6	1,5	8,7
Cerezo	-	-	-	5,0	1,5	5,5
Almendro	-	-	-	20,0	8,0	15
Cítricos	-	-	-	3,5	0,7	4,5
Viña	-	-	-	7,0	2,1	9,0
Olivo	-	-	-	15,0	4,0	20,0
Girasol	-	-	-	50,0	18	100
Colza	-	-	-	44	25	24

\* Extracciones en kg/1.000 kg. de materia seca (5).

Clasificación de los secanos por zonas agroclimáticas. De (9).



**ANEXO 5**

**Cultivos herbáceos. Aragón: 1992/93/94. (10).**

<b>SECANO</b>	
1992	830.544 ha.
1993	756.329 ha.
1994	681.351 ha.
<b>Media trienio</b>	<b>756.075 ha.</b>
<b>De las cuales, dedicadas a cebada:</b>	
1992	469.325 ha.
1993	401.248 ha.
1994	377.020 ha.
<b>Media trienio</b>	<b>415.864 ha.</b>
<p>La cebada ha supuesto en el trienio considerado (<math>415.864 / 756.075 = 0,55</math>): un 55% de la superficie total de dichos cultivos herbáceos.</p>	

<b>REGADIO</b>				
1992	376.745 ha.			
1993	319.650 ha.			
1994	314.882 ha.			
<b>Media trienio</b>	<b>337.092 ha.</b>			
<b>De las cuales, dedicadas a:</b>				
	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>Media trienio</b>
Maíz	41.533	28.278	50.705	<b>40.172</b>
Trigo	59.286	42.490	43.188	<b>48.321</b>
Girasol	43.201	78.984	41.474	<b>54.533</b>
Cebada	68.456	42.398	45.697	<b>52.184</b>
<b>Sumas:</b>	<b>212.476</b>	<b>192.150</b>	<b>181.064</b>	

**Censos de porcino. Aragón (10).**

	<b>1991</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>Relación 1994/91</b>
<b>Total animales</b>	2.072.230	2.919.509	3.342.323	1,61
<b>Lechones</b>	614.490	603.968	938.463	1,53
<b>Cerdos 20-49 kg.</b>	492.496	585.578	701.853	
<b>Cerdos 50 kg-sacrificio</b>	740.415    1.223.911	1.437.154    2.022.732	1.400.216    2.102.069	1,72
<b>Verracos</b>	8.761	9.859	9.775	1,12
<b>Cerdas</b>	216.065	282.950	292.016	1,35

ANEXO 6

Recomendaciones orientativas de fertilización con E.F. porcino (en el ejemplo, con E.F. de cebadero):  
Dosis moderadas o medioambientales más un complemento de abonado mineral (en negrita y con signos negativos).

A) Cultivos herbáceos						
	Producciones kg/ha.	Extracciones: kg <sup>(1)</sup> de N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	Aportes E.F.P. equivalentes a 170 kg. de N/ha. - químico - aprovechable <sup>(2)</sup> (30 m <sup>3</sup> E.F.P. cebadero)	Abono mineral complementario: (aportes aprovechables - extracción)	Observaciones	
<b>Cebada</b> secano	media: 2.000	48-22-42	177-159-108	3-127-66	Enriquecimiento del suelo en P-K Enriquecimiento del suelo en P-K	
	máxima: 4.000	96-44-84	51-159-108 <sup>(2)*</sup>	<b>(-45)</b> - <b>(115)</b> - <b>(24)</b>		
<b>Cebada</b> regadío	media: 3.800	91-42-81	177-159-108	<b>(-40)</b> - <b>117-28</b>	Enriquecimiento del suelo en P-K Enriquecimiento del suelo en P	
	máxima: 6.800	163-75-143	51-159-108 <sup>(2)*</sup>	<b>(-112)</b> - <b>84</b> - <b>(-35)</b>		
<b>Girasol</b> regadío	media: 2.000	100-36-200	177-159-108	2-123- <b>(-92)</b>	Enriquecimiento del suelo en P Enriquecimiento del suelo en P	
	máxima: 3.500	175-63-350	102-159-108 <sup>(2)**</sup>	<b>(-73)</b> - <b>96</b> - <b>(-242)</b>		
<b>Maíz</b> regadío	mínima: 7.000	210-91-105 <sup>(3)</sup>	177-159-108	<b>(-108)</b> - <b>68-3</b>	Enriquecimiento del suelo en P Enriquecimiento del suelo en P Enriquecimiento del suelo en P	
	media: 8.500	255-110-127 <sup>(3)</sup>	102-159-108 <sup>(2)**</sup>	<b>(-153)</b> - <b>49</b> - <b>(-19)</b>		
	máxima: 11.000	330-143-165 <sup>(3)</sup>		<b>(-228)</b> - <b>16</b> - <b>(-57)</b>		
<b>Trigo</b> regadío	media: 4.000	120-64-116	177-159-108	<b>(-69)</b> - <b>95</b> - <b>(-8)</b>	Enriquecimiento del suelo en P Enriquecimiento del suelo en P	
	máxima: 6.500	195-104-188	51-159-108 <sup>(2)*</sup>	<b>(-144)</b> - <b>55</b> - <b>(-80)</b>		

<sup>(1)</sup> según anexo nº 1

<sup>(2)</sup> según modelo holandés: 0,29 (\*) en otoño; 0,58 (\*\*) en primavera

<sup>(3)</sup> según (11)

B) Cultivos leñosos						
	Producciones kg/ha.	Extracciones: kg <sup>(1)</sup> de N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	Aportes E.F.P. (m <sup>3</sup> ) cebadero	Aporte aprovechable <sup>(2)</sup>	Abono mineral complementario	Observaciones
<b>Olivo</b> secano/ regadío	mínima: 500	8-2-10	5	17-26-18 <sup>(2)**</sup>	9-24-8	Enriquecimiento del suelo en P pero también en N y K <sub>2</sub> O
	media: 1.300	20-5,2-26	10	34-53-36 <sup>(2)**</sup>	14-47-10	
	máxima: 1.800	27-7,2-36	15	51-79-54 <sup>(2)**</sup>	24-72-18	
<b>Almendra</b> secano/ regadío	mínima: 500	10-4-7,5	5	17-26-18 <sup>(2)**</sup>	7-22-10	Enriquecimiento del suelo en P pero también en N y K <sub>2</sub> O
	media: 1.000	20-8-15	10	34-53-36 <sup>(2)**</sup>	14-45-21	
	máxima: 3.000	60-24-45	20	68-106-72 <sup>(2)**</sup>	8-82-27	

(De 10).

ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LAS EXPLOTACIONES DE PORCINO (Distribución provincial por estratos)																			
Encuesta de diciembre de 1994																			
Tipología	Estratos	Número de plazas	HUESCA				TERUEL				ZARAGOZA				ARAGON				
			n.º explo.	cerdas	cebo	Plazas totales	n.º explo.	cerdas	cebo	Plazas totales	n.º explo.	cerdas	cebo	Plazas totales	n.º explo.	cerdas	cebo	Plazas totales	
PRODUCCION	0	1-4	605	1.615	455	2.070	231	584	5	589	302	716	1.577	2.293	1.138	2.915	2.037	4.952	
	1	5-9	570	3.692	746	4.438	229	1.522	151	1.673	277	1.692	5.061	6.753	1.076	6.906	5.958	12.864	
	2	10-19	748	10.033	2.549	12.582	308	4.139	520	4.659	243	3.170	9.832	13.002	1.299	17.342	12.901	30.243	
	3	20-49	892	26.582	21.207	47.789	332	9.578	7.800	17.378	269	7.965	17.616	25.581	1.493	44.125	46.623	90.748	
	4	50-99	306	19.623	37.267	56.890	193	12.653	26.758	39.411	134	9.384	24.839	34.223	633	41.660	88.864	130.524	
	5	100-199	180	23.809	69.200	93.009	120	15.355	33.725	49.080	152	20.292	61.913	82.205	452	59.456	164.838	224.294	
	6	200-399	64	16.610	55.871	72.481	52	13.108	37.590	50.698	102	27.318	84.073	111.391	218	57.036	177.534	234.570	
	7	400-999	14	8.283	28.640	36.923	7	4.108	13.954	18.062	32	18.530	51.192	69.722	53	30.921	93.786	124.707	
8	1.000 o más	4	9.036	1.942	10.978	4	5.200	7.260	12.460	13	18.896	30.200	49.096	21	33.132	39.402	72.534		
		<b>TOTAL</b>	<b>3.383</b>	<b>119.283</b>	<b>217.877</b>	<b>337.160</b>	<b>1.476</b>	<b>66.247</b>	<b>127.763</b>	<b>194.010</b>	<b>1.524</b>	<b>107.963</b>	<b>286.303</b>	<b>394.266</b>	<b>6.383</b>	<b>293.493</b>	<b>631.943</b>	<b>925.436</b>	
CEBO	1	1-9	191	0	350	350	0	0	0	0	6	0	28	28	197	0	378	378	
	2	10-19	4	0	56	56	0	0	0	0	7	5	100	105	11	5	156	161	
	3	20-49	0	0	0	0	2	4	52	56	90	232	2.670	2.902	92	236	2.722	2.958	
	4	50-99	28	12	1.947	1.959	3	7	225	232	67	280	4.900	5.180	98	299	7.072	7.371	
	5	100-199	68	104	9.272	9.376	14	17	1.840	1.857	87	528	12.060	12.588	169	649	23.172	23.821	
	6	200-399	221	312	64.289	64.601	47	76	13.951	14.027	132	1.016	39.868	40.884	400	1.404	118.108	119.512	
	7	400-999	517	1.036	323.820	324.856	151	355	93.624	93.979	301	1.689	201.592	203.281	969	3.080	619.036	622.116	
	8	1.000 o más	268	1.458	404.267	405.725	82	510	134.035	134.545	208	4.519	389.056	393.575	558	6.487	927.358	933.845	
		<b>TOTAL</b>	<b>1.297</b>	<b>2.922</b>	<b>804.001</b>	<b>806.923</b>	<b>299</b>	<b>969</b>	<b>243.727</b>	<b>244.696</b>	<b>898</b>	<b>8.269</b>	<b>650.274</b>	<b>658.543</b>	<b>2.494</b>	<b>12.160</b>	<b>1.698.002</b>	<b>1.710.162</b>	
<b>TOTAL PORCINO</b>			<b>4.680</b>	<b>122.205</b>	<b>1.021.878</b>	<b>1.144.083</b>	<b>1.775</b>	<b>67.216</b>	<b>371.490</b>	<b>438.706</b>	<b>2.422</b>	<b>116.232</b>	<b>936.577</b>	<b>1.052.809</b>	<b>8.877</b>	<b>305.653</b>	<b>2.329.945</b>	<b>2.635.598</b>	
Distribución porcentual	Explotación producción	industrial	82,12	98,65	99,79	99,39	84,35	99,12	100,00	99,70	80,18	99,34	99,45	99,42	82,17	99,01	99,68	99,46	
		familiar	17,88	1,35	0,21	0,61	15,65	0,88	0,88	0,00	0,30	19,82	0,66	0,55	0,58	17,83	0,99	0,32	0,54
Distribución porcentual	Explotación de cebo	industrial	84,97	100,00	99,95	99,95	100,00	100,00	100,00	100,00	98,55	99,94	99,98	99,98	99,98	91,66	99,96	99,97	99,97
		familiar	15,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,06	0,02	0,02	0,02	8,34	0,04	0,03	0,03

### 13. Referencias bibliográficas.

- (1) **El estiércol fluido porcino: I.** Orús Pueyo, F. Información Técnica nº 3/1993. Dpto. A.G.M., Diputación General de Aragón.
- (2) **El estiércol fluido porcino: II.** Orús Pueyo, F. Información Técnica nº 5/1993. Dpto. A.G.M., Diputación General de Aragón.
- (3) **La agricultura y la contaminación de las aguas por nitratos.** Ramos, C. y Ocio, J.A. H.D. del M.A.P.A., nº 7/1992.
- (4) **Estudi ambiental sobre l'efecte de l'aplicació de purins en las propietats del sol.** Torres, A.; Boixadera, J. y Porta, J. Dpt. Medi Ambient y Ciències del sol. E.T.S.E. Agrònoms de Lleida. 1994.
- (5) **Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola.** Danés, R.; Molina, V.; Prats, Ll.; Alamós, M.; Boixadera, J. y Torres, E. 1994.
- (6) **El uso del estiércol fluido porcino (purines) como fertilizante agrícola.** Boletín del C.T.T.P.A. (D.G.A.-A.G.M.) nº 1/1995.
- (7) **El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio.** López Ritas, J. y López Melida, J. 4ª edición. Edit. Mundi Prensa, 1985.
- (8) Betran Aso, J. Unidad Técnica de Análisis de Medios de Producción. Laboratorio Agrario. (D.G.A.). Comunicación personal.
- (9) **Orientaciones para las siembras de otoño-invierno.** Cambra Mur, J.A.; Pérez Berges, M. y Tabuenca Martínez, J.A. Información Técnica nº 3/1992. A.G.M. Diputación General de Aragón.
- (10) **Anuario Estadístico Agrario de Aragón. 1992, 1993 y 1994.** A.G.M. Diputación General de Aragón.
- (11) **Respuesta del maíz al abonado.** Betrán Aso, J. y Pérez Berges, M. Información Técnica nº 8/1994. A.G.M., Diputación General de Aragón.
- (12) **Gestión técnico-económica de explotaciones porcinas: Resultados 1990-1994 (Programa Gestinporc-D.G.A.).** Orús, F.; Lobo, J.; Vivas, R.; Serra, A. y García, L. Información Técnica nº 2/1995 A.G.M. Diputación General de Aragón.
- (13) **Resultados encuesta sobre el Estiércol Fluido Porcino.** Colaboradores del programa Gestinporc-D.G.A. Resultados no publicados.
- (14) **Estudio económico de la rentabilidad de aplicación del purín porcino como fertilizante orgánico (resultados preliminares).** Lobo, J.; García, L.A.; Serra, A.; Vivas, R. y Navarro, J.R. Información técnica S.E.A.-D.G.A. nº 16/1986.
- (15) Gil, M.; Velilla, G. y Ruiz, A. Sección de Gestión de Explotaciones. A.G.M.-D.G.A. Comunicación personal.
- (16) **El Estiércol Fluido Porcino.** Orús, F. y Guntiñas, C. Información Técnica S.E.A. (Cuenca del Ebro) nº1/1982.
- (17) **Outdoor pig production.** Keith Thornton. Edit. Farming Press (1988-1990) 1993.

- (18) **Modes d'élevage susceptibles de réduire les nuisances en production porcine: Porcs en plein air, litières biomatrisées.** C. Texier. Actes du Colloque: Batiments d'élevage et environnement. Nantes (dic. 1992).
- (19) **Resultados de ensayos de fertilización con "purines" (porcinos y de gallinaza) (1989-1993).** Serra, A.; Betrán, J.A.; Lobo, J.; Orús, F. Información Técnica 1/95. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Diputación General de Aragón.
- (20) **Abonos minerales.** Domínguez Vivancos, A. (5ª edición). 1978.

**Información elaborada por:**

**Orús Pueyo, Fernando**

Del Centro de Técnicas Agrarias. Unidad Técnica de Monogástricos.  
Servicio de Formación y Extensión Agraria.

Fotografía portada:

*Orús, F.*

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:  
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TÉCNICAS AGRARIAS:  
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 57 63 11, ext. 252

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Tecnología Agraria.  
Servicio de Formación y Extensión Agraria. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias. ■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3.094/96.

 **GOBIERNO  
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura  
y Medio Ambiente