



Evaluación de costes de sistemas y equipos de aplicación de purín (Datos preliminares)



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural. FEADER



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura
y Alimentación

Introducción

En Aragón, el sector porcino se ha incrementado notablemente en los últimos años, un 20% en el periodo comprendido entre 1998 y 2002. En el año 2004 el censo de porcino fue de 507.324 plazas de reproductoras y 4.305.442 plazas de cebo según el Instituto Aragonés de Estadística (2006), representando el 35% del producto final agrario (PFA). La producción porcina de Aragón representa el 18% de la producción porcina de España.

La distribución de esta especie no ha sido uniforme en toda la Comunidad Autónoma, concentrándose cerca de la mitad del porcino aragonés en la provincia de Huesca.

El incremento del censo porcino lleva consigo un aumento paralelo del estiércol líquido porcino (E.L.P), denominado comúnmente como "purín". La problemática en la gestión de estos purines se plantea sobretudo en zonas de elevada concentración ganadera, siendo objeto de la atención pública. Si bien se han propuesto distintas alternativas de gestión del purín enfocadas a su tratamiento, hasta ahora todas ellas presentan inconvenientes sin resolver, ya sean de viabilidad medioambiental ó económica (entre 5,4-11,0 €/m³, según el tratamiento utilizado en Francia ⁽¹⁾).

Por el contrario, la aplicación del purín como fertilizante al suelo cultivado, en dosis agronómicas y medioambientalmente adecuadas es el método más económico para gestionar el purín y constituye además uno de los mejores ejemplos de reciclaje de nutrientes, en el sistema suelo-cadena trófica.

La gestión del purín supone alrededor del 15,8% de los costes totales del ganadero, en las explotaciones de cebo integrado en Aragón, con un coste estimado de 3,42 €/plaza año ⁽²⁾ que se traduce en 2,28 €/m³. Estos costes de gestión del purín están influenciados, en gran medida por el método de aplicación y la distancia entre la granja y las parcelas donde se aplica.

Objetivos

La aplicación del purín como fertilizante es una práctica habitual y dado que existen en el mercado diferentes métodos de aplicación, surge la necesidad por parte del usuario (agricultor-ganadero), de conocer tanto las prestaciones en campo de cada uno de los métodos como sus costes de aplicación.

Los objetivos que nos planteamos en el presente trabajo son los siguientes:

- I. Exponer una visión general de los métodos de aplicación de purín disponibles, destacando las ventajas e inconvenientes, que pueda ayudar en la elección del método de aplicación más apropiado a cada situación particular.
- II. Realizar una estimación de los costes de aplicación de purín como fertilizante, con diferentes equipos.

I. Métodos de aplicación

Según el reparto de purín sobre el suelo agrícola, los métodos de aplicación se pueden clasificar en aquellos en los que se realiza la aplicación **sobre toda la superficie** y en los que la aplicación se realiza **de manera localizada** (en bandas).

A. En toda la superficie:	B. Localizada:
A.1. Plato ó boquilla única (aspersión en abanico) A.2. Rampa multiboquillas	B.1. Rampa* de tubos colgantes B.2. Enterrador-inyección discos-rejas

* Rampa: procedente de la terminología francesa "rampe", para definir al dispositivo que reparte el purín en varias salidas.

A. Aplicación del purín en toda la superficie

A.1. Método de boquilla única de aspersión en abanico

El sistema tradicional se basa en una boquilla de gran diámetro que proyecta el purín sobre una chapa denominada plato (de forma plana ó cóncava) de tal manera que es proyectado hasta una altura de entre 2 y 3 m formando un abanico (**Figura 1**) con una anchura de aplicación de entre 7-12 m. También existe una variante de este método en el que el plato se encuentra en posición invertida, en este caso el abanico formado se eleva menos y se atenúan las emisiones.

Figura 1. Aplicación de purín mediante el método tradicional de aspersión en abanico (dcha) y abanico invertido (izda)



Ventajas e inconvenientes de la aplicación de purín con el método de abanico

Ventajas	Inconvenientes
Precio de adquisición barato.	El reparto es muy sensible al viento.
No presenta problemas con purines espesos por obstrucción.	El reparto es heterogéneo.
No precisa de gran potencia.	La regulación del plato es difícil, sobre todo a dosis bajas.
	La dispersión de olores y volatilización de nitrógeno son importantes.
	Riesgo de escorrentía, si hay pendiente en el terreno, a dosis altas.

A.2. Método de rampa multiboquilla

El método de rampa multiboquilla (**Figura 2**) consiste en tubería (plegable para el transporte) de un diámetro de 15-20 cm alimentada por mangueras centrales que salen de la cuba. De la tubería pueden salir desde 2 a 14 boquillas que distan del suelo entre 30 y 50 cm.

Figura 2. Aplicación de purín mediante la rampa multiboquilla



Ventajas e inconvenientes de la aplicación de purín con el método de rampa multiboquilla

Ventajas	Inconvenientes
La anchura de trabajo es aceptable (8-12 m).	Cuando el número de boquillas es alto (poco diámetro), se suelen producir problemas de obstrucciones, por lo que se aconseja disponer de 4 a 8 boquillas.
La uniformidad de reparto es mejor que la del método tradicional de abanico.	El coste es algo más elevado que el del método de abanico.
Los olores y pérdidas de volatilización de nitrógeno se reducen con respecto al método de abanico, aunque de forma poco notable.	Riesgo de escorrentía, si hay pendiente en el terreno, a dosis altas.
No precisa de gran potencia.	

B. Aplicación localizada del purín

B.1. Método de rampa con tubos colgantes

El sistema de tubos colgantes (**Figura 3**) está constituido por una tubería general que sale de la cuba, conectada a un triturador-distribuidor que abastece a distintas mangueras que cuelgan sobre un soporte de acero (plegable para el transporte) y distan entre sí alrededor de 20-30 cm. Estas mangueras tienen un diámetro de 4-6 cm, por lo que precisan del triturador-distribuidor para evitar obturaciones, y depositan el purín directamente sobre el suelo.

Figura 3. Aplicación de purín mediante el método de rampa con tubos colgantes



Ventajas e inconvenientes de la aplicación de purín con el método de rampa con tubos colgantes

Ventajas	Inconvenientes
La uniformidad de distribución no está afectada por el viento al depositar el purín directamente en el suelo.	Necesita de un triturador-distribuidor para evitar problemas de obstrucción de los tubos.
La disminución de olores y volatilización de nitrógeno es notable respecto a los métodos anteriores.	Riesgo de escorrentía, si hay pendiente en el terreno, a dosis altas.
La anchura de reparto es variable (9-16 m).	El coste es mayor que en los dos métodos anteriores.
Permite aplicación ajustada de dosis bajas.	
La uniformidad de la aplicación es muy buena.	

B.2. Método de enterrado/inyección

En el método con enterradores (**Figuras 4 y 5**), la elección de **discos ó rejas** dependerá del tipo de trabajo a realizar, si la aplicación es con ó sin cultivo y de la profundidad del soterramiento. Normalmente la aplicación con enterradores de disco se utiliza en presiembra ó en praderas, en este último caso para evitar el contacto del purín en superficie (posible rechazo del ganado).

Los enterradores de discos incorporan el purín a profundidades entre 3-5 cm, y los enterradores de rejas a profundidades 10-15 cm, en este último caso, el movimiento de tierra es considerable por lo que debe realizarse en suelo desnudo (presiembrado).

La separación de los enterradores (discos ó rejas) debe estar como máximo a una distancia de 40 cm, con distancias superiores (60-80 cm) es necesario la realización de otro pase de labor transversal, para obtener buenas uniformidades de aplicación. Estos equipos precisan de un tractor con potencia media-alta.

El método de inyección (*Figura 6*) es poco empleado en Aragón, pues su utilización es habitual en praderas permanentes.

Figura 4. Aplicación de purín mediante enterrador con reja



Figura 5. Aplicación de purín mediante enterrador con disco



Figura 6. Aplicación de purín mediante inyección



Ventajas e inconvenientes de la aplicación localizada de purín en profundidad mediante enterradores ó inyectores

Ventajas	Inconvenientes
La uniformidad de reparto es muy buena.	Las obturaciones en las salidas son difíciles de detectar; se aconseja emplear rejilla antes de la toma de purín de tamaño de malla menor que la salida.
No necesita labor de enterrado posterior.	Anchura de trabajo 4-5 m.
Reducción muy importante de volatilización de nitrógeno respecto a los métodos anteriores.	Necesita de un tractor más potente que los métodos anteriores.
Prácticamente no hay emisión de olores, lo que permite aplicar en zonas próximas a núcleos urbanos.	Mayor consumo energético en la aplicación que los métodos anteriores.
No impregna la parte aérea de las plantas.	Necesita de un triturador-repartidor, si los tubos son de poco diámetro (inyectores).
	Coste del apero elevado.
	Con separaciones entre brazos superiores a 40-50 cm, es necesario el pase de otra labor transversal.

Resumen:

Los condicionantes que afectan en la elección de un método de aplicación son:

- Uniformidad de la distribución de purín.
- Versatilidad en la aplicación de dosis.
- Conservación del nitrógeno amoniacal.
- Costes de amortización y funcionamiento.
- Tiempo total: la facilidad de manejo, la aplicación y la carga del purín.

Evaluación de los sistemas de aplicación presentados:

Método de aplicación	Uniformidad de aplicación	Conservación de amonio	Reducción de olor	Coste
<i>Toda superficie</i> Boquilla única R. Multiboquilla	BAJA MEDIA	BAJA BAJA	BAJA BAJA	€ € €
<i>Localizada</i> R. tubos colgantes Enterradores Inyectores	ALTA ALTA EXCELENTE	MEDIA ALTA EXCELENTE	MEDIA ALTA EXCELENTE	€ € € € € € € € € € €



II. Costes de aplicación de purín

En este apartado trataremos el empleo del purín como fertilizante a dosis agronómicas adecuadas, evaluando:

- Costes de aplicación.
- Valor y eficiencia fertilizante.
- Umbral de aplicación.

Los costes de aplicación del purín dependen del método de aplicación (adquisición, funcionamiento) y de los tiempos requeridos en realizar la aplicación (tiempo de carga, distancia a punto de aplicación, velocidad media de transporte, y el tiempo de aplicación del purín).

A continuación se desarrolla una valoración comparativa de los costes con distintos equipos de aplicación de purín **mediante el método de aplicación superficial** utilizando bien equipamiento del propio agricultor o contratando un servicio externo.

II.1. Metodología

Se han realizado 48 mediciones del tiempo empleado por distintos ganaderos-agricultores en sus desplazamientos para aplicar purín en campo, utilizando distintos equipos de tractor (100-125-150-175 CV) y cuba (10-15-20 m³). Además se han realizado 12 evaluaciones de la aplicación de purín como servicio externo con camión (18-20 m³) con tres empresas diferentes.

Métodos de aplicación evaluados

El coste de la aplicación de purín ha sido evaluado en dos situaciones distintas, aplicación por el ganadero-agricultor con sus propios medios ó servicio externo:

1. Aplicación realizada por el ganadero-agricultor:

Tractor-cuba-ganadero-agricultor: el ganadero-agricultor utiliza el tractor como cualquier otra labor de la explotación agraria, por lo que sus costes fijos (CF) y variables (CVr) serán considerados de forma proporcional a su utilización. Cuando la aplicación la realiza el agricultor independientemente de la explotación ganadera, el ganadero habitualmente deja a disposición del agricultor el uso de la cuba. El tiempo del agricultor, lo hemos valorado de forma proporcional a la renta agraria ⁽³⁾.

2. Servicio externo contratado:

Tractor-cuba-operario: El agricultor-ganadero contrata la aplicación del purín como servicio externo. Se valora tractor con operario y cuba.

Camión-cuba-operario: El agricultor-ganadero contrata la aplicación del purín como servicio externo. Se valora camión con operario y cuba.

Coste horario unitario de los métodos de aplicación

Los costes teóricos para las situaciones más habituales de aplicación de purín, desglosando las distintas posibilidades de implementar esta labor, se presentan a continuación.

1. Aplicación realizada por el ganadero-agricultor

A) Evaluación de costes de maquinaria

Una situación habitual es la del ganadero-agricultor de porcino de cebo, que al disponer de tiempo, frecuentemente realiza él mismo la aplicación sobre la superficie que cultiva. Ello permite compartir el tractor con las labores agrícolas propias de la explotación agraria. Esta situación también se repite en el caso de los agricultores (sin explotación ganadera), que aplican el purín como fertilizante, utilizando generalmente la cuba que les proporciona el ganadero (en esta situación no sería imputable el coste de la cuba).

Para calcular estos costes, se ha supuesto 12 años de vida útil de dichos equipos (lo cual puede resultar discrepante, con la situación particular de cada explotación).

Se han evaluado como costes totales de maquinaria:

Costes fijos (CF): Valor adquisición, valor residual, depreciación, vida útil, reparaciones, seguro, desgaste, interés ⁽⁴⁾.

Costes variables (CVr): Lubricantes, grasas y gasoil ⁽⁵⁾.

Tractor (CF + CVr)

Tractor sin mano de obra, considerando como mínimo 1.000 horas trabajadas de tractor en la explotación

Tractor de 125 CV	Tractor de 150 CV	Tractor de 175 CV
33,4 €/h	40,9 €/h	48,4 €/h

Cuba (CF+CVr)

Cuba - reja - tubos colgantes, considerando como horas trabajadas para aplicación del purín 250 horas anuales (horas destinadas al manejo del purín de una explotación de 2.000-3.000 plazas de cebo 250-350 horas anuales).

Cuba con plato

10 m³	15 m³	20 m³
8,6 €/h	11,2 €/h	13,7 €/h

Cuba con reja (tritador-distribuidor con anchura de trabajo 4,5 m)

10 m³ con reja	15 m³ con reja	20 m³ con reja
15,1 €/h	17,7 €/h	20,2 €/h

Cuba rampa tubos colgantes (tritador-distribuidor con anchura de trabajo 9 m)

10 m³ con t colgantes	15 m³ con t. colgantes	20 m³ con t colgantes
18,5 €/h	21,1 €/h	23,6 €/h

Los costes fijos de amortización dependen directamente de las horas trabajadas con el equipo (tractor/cuba/apero), por lo que una infrautilización de la maquinaria supone un incremento de los costes fijos de forma notable.

B) Coste horario del operario ganadero-agricultor.

En base a la renta agraria (2006) según el MAPA ⁽³⁾ el coste horario (unidad de trabajo agrario) fue de **12 €/h**.

2. Servicio externo contratado

Una segunda posibilidad de gestión del purín es contratar la labor de aplicación del purín, como un servicio externo. Este servicio emergente, lo utilizan de forma más habitual los ganaderos con explotación de producción de lechones ya que disponen de menor tiempo.

- **Tractor y cuba (16-20 m³) con operario:** la aplicación del purín supone un coste horario de entre 51 y 55 €/h. En nuestra evaluación de costes se consideró un coste horario de 55 €/h para una cuba de 20 m³.
- **Camión (18-20 m³) con operario:** la aplicación de purín supone un coste horario de entre 40 y 48 €/h. En nuestra evaluación de costes se consideró un coste horario de 48 €/h para una cuba de 20 m³.

En ocasiones, un incremento de coste horario por la utilización de equipos más sofisticados, es también compensado por un ahorro de tiempo, como por ejemplo la carga con brazo articulado y un depresor de mayor potencia que disminuyen notablemente el tiempo de carga.

Tiempo establecido para el trayecto

El tiempo de desplazamiento, que incluye tiempo de carga, viaje (ida y vuelta) y esparcido en campo (sin enterrar), está condicionado por la velocidad media del trayecto, y ésta última a su vez está determinada, primero por las limitaciones de la vía y segundo por las características el método utilizado en el transporte del purín.

En la mayoría de las evaluaciones realizadas se ha detectado, que para una distancia de alrededor de 3 km (normalmente el término municipal medio no excede de 6 km de diámetro), las características de la vía limitan la velocidad de transporte. Sin embargo, cuando las distancias son superiores a 3 km las características de la vía, dejan de ser limitante para la velocidad media del trayecto y es el método utilizado el que limita la velocidad media del mismo.



Por ello, se ha establecido diferente velocidad media del trayecto dependiendo de la distancia. Así, en los 3 km primeros la velocidad media utilizada fue de 20 km/h para todos los equipos de aplicación y a partir de los 3 km, la velocidad media del trayecto se estimó en función del equipo elegido (*Tabla 1*).

Tabla 1. Velocidad media de trayecto establecida en función de la distancia a la parcela y equipo de aplicación

Distancia de la parcela	Velocidad media del trayecto	Limitación de la velocidad media del trayecto
0,5-3,0 km		<i>Las características de la vía no permiten exceder de esta velocidad media del trayecto.</i>
	20 km/h	Para cualquier equipo de transporte.
3,0-15,0 km		<i>El equipo de transporte es el limitante de la velocidad media del trayecto desde los primeros 3 km.</i>
	35 km/h	Tractor de 125 CV con cuba de 10 m ³ .
	50 km/h	Tractor de 175 CV con cuba de 20 m ³ .
	60 km/h	Camión de 420 CV con cuba de 20 m ³ .

II.2. Resultados

Efecto de la distancia en el coste de aplicación

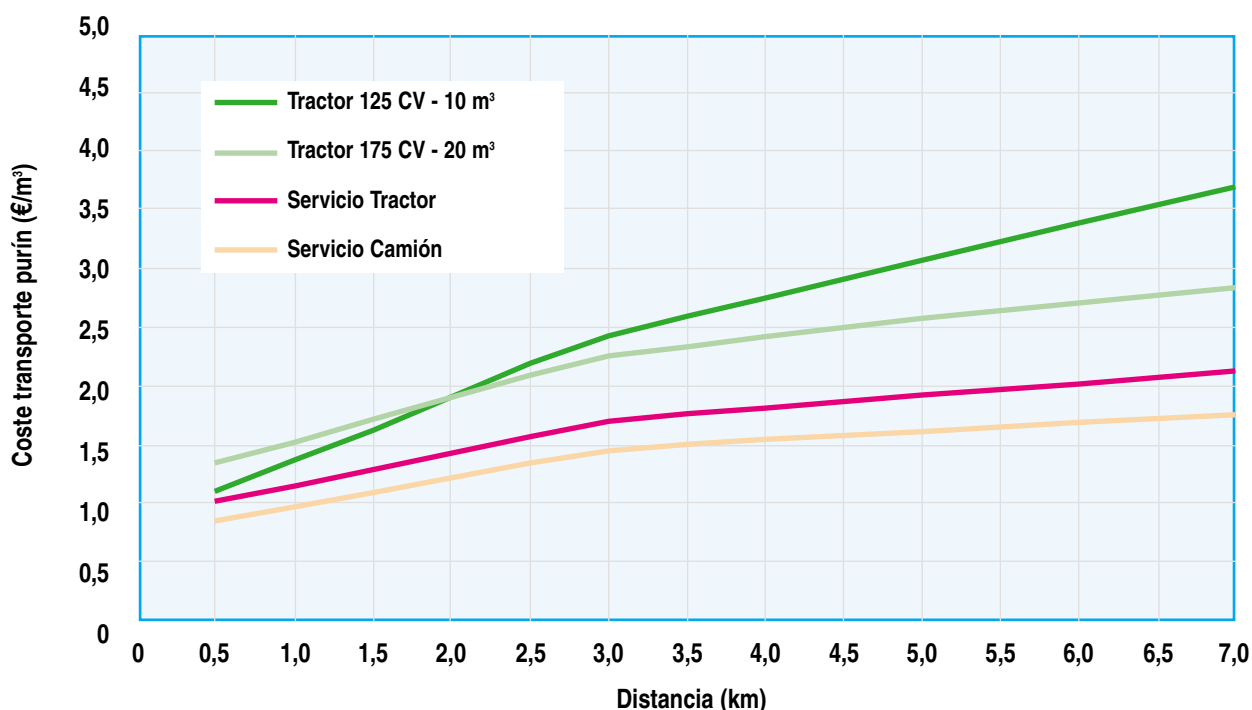
Los costes de aplicación dependen como se ha comentado anteriormente, de la distancia al punto de aplicación y de la velocidad media del viaje, ya que afectan directamente al tiempo empleado en la labor de aplicación del purín.

Los costes de aplicación de purín (*Figura 1, Tabla 2*) para parcelas situadas a una distancia de la granja de 0,5 km son prácticamente similares en los cuatro equipos de aplicación cuantificados, con un valor medio de 1,06 €/m³ (0,81-1,34 €/m³). Esto es debido a que el tiempo empleado en la carga y esparcido representa una fracción importante en el tiempo total del desplazamiento por lo que los costes son prácticamente iguales en todos los métodos.

Conforme la distancia a la parcela de aplicación se incrementa, aparecen diferencias en los costes de aplicación entre los distintos equipos evaluados, siendo menores los costes de aplicación en aquellos de mayores prestaciones y mayor velocidad media. Esto es debido a que el tiempo requerido en el transporte del purín tiene un efecto importante en el tiempo de viaje, por lo que la reducción del mismo supone un menor coste global de la aplicación de purín.

Cuando el agricultor realiza la aplicación de purín, los costes de amortización están en función de las horas anuales trabajadas, en este estudio, como se indicó anteriormente se establecieron 1.000 horas anuales, resultando unos costes horarios de aplicación superiores a los costes contratando el servicio como externo. Por supuesto el coste de contratación de un servicio externo estará en función de la oferta y la demanda de cada zona.

Figura 1. Evaluación de los costes de aplicación de purín (€/m³), para los distintos equipos de aplicación hasta una distancia de 7 km de la granja



En los datos que se presentan a continuación, se considera la aplicación del purín en campo sólo como esparcido (sin enterrado). La normativa aragonesa actual ⁽⁶⁾ obliga a realizar el enterrado antes de 24 horas siempre que el cultivo lo permita. Sería por consiguiente de interés simultanear el enterrado con las labores de presiembra, para que no suponga un coste añadido a la aplicación del purín.

Tabla 2. Costes de aplicación (esparcido) de purín (€/m³) de los distintos equipos de aplicación según la distancia de la granja (km)

	Equipo de aplicación	0,5 km	1,5 km	3 km	5 km	7 km
Labor realizada por ganadero/agricultor	Tractor 125 CV - Cuba 10 m³	1,11	1,65	2,46	3,08	3,69
	Tractor 175 CV - Cuba 20 m³	1,34	1,71	2,26	2,56	2,85
Servicio externo	Tractor	0,99	1,27	1,68	1,90	2,12
	Camión	0,86	1,10	1,46	1,62	1,78

Los métodos de aplicación que realizan el soterramiento en el momento de aplicación ó aplican de forma localizada el purín, suponen ventajas, como un mejor aprovechamiento del poder fertilizante del purín, debido a que mitigan las emisiones a la atmósfera (pérdidas de nitrógeno) y además mejoran de forma considerable la uniformidad de reparto.

Equivalencia fertilizante del purín y costes de aplicación

Considerando el valor fertilizante de los nutrientes del purín, la pregunta que es necesario responder es:

¿cuánto tiempo podemos dedicar? ó

¿hasta qué distancia se puede transportar el purín?

para que el coste de su aplicación sea, como máximo, equivalente al del valor fertilizante del purín.

Para poder establecer el valor del purín en equivalente de fertilizante mineral, se debe conocer la composición del purín y la eficiencia de los nutrientes que contiene respecto al fertilizante mineral, el coste de la unidad fertilizante mineral y las extracciones del cultivo (según el rendimiento esperado). Para optimizar este valor fertilizante, el purín se debe aplicar en dosis agrónomicamente adecuadas, en base a las necesidades del cultivo y sin sobredosificar, ya que supondría efectos medioambientales nocivos e incrementaría los costes de aplicación de purín.



La composición del purín es variable, dependiendo principalmente del tipo de explotación y manejo de la misma. En la **Tabla 3** se presenta una composición media según el tipo de explotación ⁽⁷⁾ aunque lo más adecuado sería realizar un análisis mediante un método rápido de determinación del nitrógeno en el purín. La eficiencia del purín respecto al abonado mineral según la bibliografía consultada ^{(8) (9) (10) (11)} es para el nitrógeno (N) de 0,60 y para el fósforo (P) y potasio (K) de 0,85.

Conocidas las **necesidades fertilizantes del cultivo** que queramos abonar con aportaciones de purín, se nos plantean dos posibilidades:

- **Calcular la dosis de purín en base a las necesidades de nitrógeno (N) del cultivo.** En este caso, las extracciones de P y K por el cultivo son inferiores a las aportaciones de estos elementos con el purín. Para calcular el valor fertilizante del purín se utilizaran las extracciones de P y K del cereal, ya que el exceso de estos macronutrientes aplicados con el purín no son aprovechados, en su totalidad, y este exceso no repercute ni en la producción ni en un ahorro fertilizante.
- **Calcular la dosis de purín en base a las necesidades de fósforo (P) del cultivo.** En este caso las extracciones de N del cereal son superiores al aporte con purín, y se deberá suplementar al cultivo con nitrógeno en cantidades que dependen del tipo de cultivo y las producciones previstas.

Para calcular el valor de la unidad fertilizante (€/UF) se han considerado los precios de los fertilizantes minerales siguientes: urea (46%), superfosfato cálcico (45%) y cloruro potásico (60%). El coste por unidad fertilizante ha sido obtenido de los precios del MAPA (2006) ⁽³⁾.

Definiremos **umbral de aplicación del purín** como el tiempo ó la distancia de transporte en la que el coste de aplicación es igual al del valor fertilizante del purín aplicado. Es decir, el tiempo ó la distancia de transporte calculado para cada método, en el que el valor fertilizante del purín para un cultivo de cereal iguala a los costes de aplicación.

El tiempo requerido para cada desplazamiento es la medida más real del coste de aplicación debido a que en ocasiones, distancias cortas con mala accesibilidad requieren tiempos considerables.

En la **Tabla 4** se presentan para un cultivo de cereal, los valores obtenidos como umbral del tiempo de desplazamiento (ida y vuelta) expresados en horas y minutos para 4 posibilidades distintas de aplicación para un purín de cebo y para un purín de producción de lechones de composición media (**Tabla 3**).

Tabla 3. Valor fertilizante del purín para cereal según su contenido de nutrientes

Nutrientes	Composición (kg/m ³ =UF/m ³)		Extr cereal* (kg/t)	€/ UF**	Valor fertilizantedel purín (€/m ³)	
	Cebo	Prod. lechones			Cebo	Prod. lechones
N	5,8	3,5	28-30	0,622	2,16	1,31
P ₂ O ₅	4,5	1,8	14-16	0,518	0,95	0,58
K ₂ O	4,0	2,5	27-29	0,367	1,24	0,75
					4,35	2,64

*Extracciones de nutrientes de cereal por tonelada ⁽¹²⁾ **Coste del fertilizante mineral (sin incluir los costes de su aplicación al suelo)

Tabla 4. Tiempo umbral de aplicación del purín como fertilizante (cereal)

Tiempo	Equipo de aplicación	Purín cebo (4,35 €/m ³)	Purín producción lechones (2,64 €/m ³)
Labor realizada por agricultor / ganadero	Tractor 125 CV - Cuba 10 m ³	49 min	30 min
	Tractor 175 CV - Cuba 20 m ³	1 h 10 min	43 min
Servicio externo	Tractor	1 h 35 min	58 min
	Camión	1 h 49 min	1 h 04 min

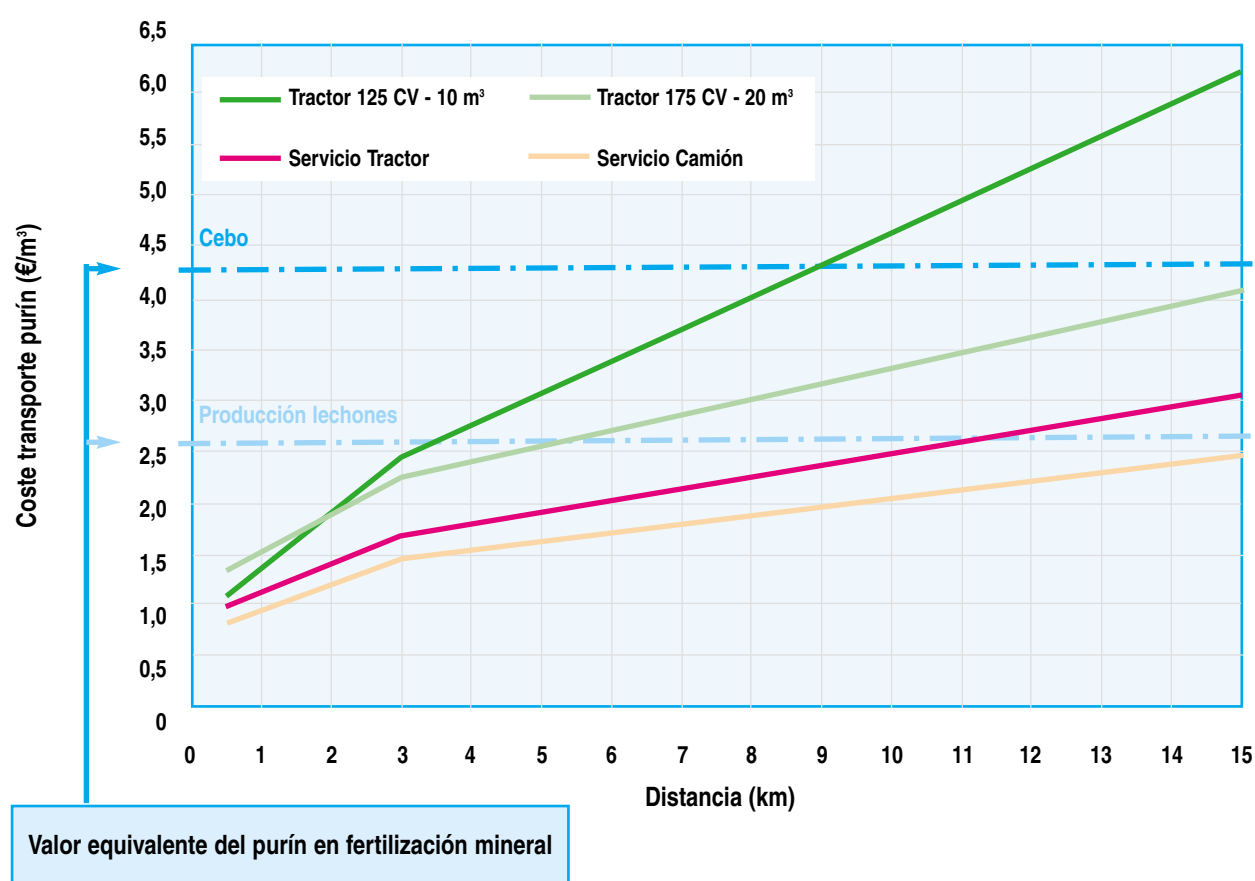
La distancia umbral de aplicación del purín (cebo y producción de lechones) en la que el coste de aplicación es igual al valor fertilizante del purín (aplicado en cereal), con los supuestos anteriormente citados, y referidos a las limitaciones de velocidad para cada uno de estos equipos evaluados, se muestran en la **Figura 2**.

Orús (1996) ⁽⁷⁾, encontró que en el reparto de un tractor con cuba de 10 m³ y purín de cebo (5,9 kg N - 5,3 kg P₂O₅ / m³ - 3,6 kg K₂O / m³) la distancia umbral desde la granja, en la que se igualaban los costes de aplicación con el valor fertilizante del purín fue de 8,4 km La distancia umbral de aplicación obtenida en nuestra evaluación con el tractor 125 CV y cuba 10 m³ fue ligeramente superior (Tabla 5; 9,2 km), en estos últimos diez años los precios de los fertilizantes y el precio del gasoil ha sido paralelos, dependiendo ambos del precio de la energía. El resultado ligeramente superior, se puede atribuir, al incremento de la eficiencia de aplicación de los métodos actuales (mayor potencia, brazo articulado, depresor, etc...).

Tabla 5. Distancia umbral de aplicación del purín (km) como fertilizante (cereal)

Distancia	Equipo de aplicación	Purín cebo (4,35 €/m³)	Purín producción lechones (2,64 €/m³)
Labor realizada por agricultor / ganadero	Tractor 125 CV Cuba 10 m³	9,2 km	3,8 km
	Tractor 175 CV Cuba 20 m³	17,0 km	5,5 km
Servicio externo	Tractor	27,3 km	11,7 km
	Camión	39,0 km	16,0 km

Figura 2. Umbral de aplicación de purín en distancia a la parcela, en purín de cebo y de producción de lechones, para los distintos equipos evaluados en cultivo de cereal



La menor concentración de nutrientes en el purín de producción de lechones respecto al purín de cebo le confiere un menor valor fertilizante por metro cúbico, por ello la distancia umbral de aplicación de purín es menor.

Una mayor concentración de nutrientes del purín (manejo adecuado del agua de la explotación), supone un menor coste de transporte debido una reducción del volumen de purín con el mismo contenido de nutrientes, y aumentaría las distancias umbrales de aplicación.

Los resultados se han obtenido con los supuestos anteriormente citados: limitaciones de velocidad establecidas, optimización del valor fertilizante de los nutrientes del purín, aportación de las dosis necesarias para el desarrollo óptimo del cereal (sin sobredosificación). Por tanto, todos los factores que afecten a un uso inadecuado del purín como: incremento de pérdidas de nitrógeno por volatilización (viento, temperaturas elevadas...), incremento del intervalo de tiempo entre las necesidades del cultivo y la aplicación del purín, sobredosificación, etc., repercutirán en la eficiencia el purín, distorsionando los resultados presentados.

Conclusiones

- Cuando el purín es utilizado adecuadamente como fertilizante, los costes de su aplicación pueden recuperarse teniendo en cuenta el ahorro de abono mineral que supone la aplicación del purín.
- En un cultivo de cereal optimizando la eficiencia del purín podemos obtener un umbral de aplicación expresado como el tiempo de desplazamiento ó en distancia máxima de la granja, igual a su valor fertilizante (con las limitaciones de velocidad supuestas). Estos tiempos y distancias se resumen a continuación:

		Tiempo por viaje	Distancia a granja
Ganadero-agricultor	Purín cebo	1h	13 km
	Purín Prod lechones	37 min	5 km
Servicio externo	Purín cebo	1h 42 min	33 km
	Purín Prod lechones	1h	14 km

- En desplazamientos cortos ó en parcelas situadas a corta distancia de la granja, no son importantes las diferencias en los costes de aplicación entre equipos ya que tiene poca influencia la velocidad del viaje. El coste de aplicación medio fue de 1,06 €/m³ para una distancia a la parcela de 0,5 km ó un tiempo por viaje de 20 min.

Consideraciones finales

- Para poder establecer la dosis adecuada es muy importante conocer la **composición fertilizante del purín**, es decir el contenido en nutrientes de nuestro purín, dada que la variabilidad entre purines. Existen en el mercado métodos rápidos para la determinación del nitrógeno del purín (Quantofix®, conductimetría...) y además es importante su homogeneización antes de la carga.
- Un control en el **manejo del agua** de la explotación (bebederos, limpieza, agua de lluvia), que disminuya el volumen de purín a aplicar, puede minorar los costes de aplicación sin mermar la cantidad de sus nutrientes (transportar agua supone los mismos costes que transportar purín, sin valor fertilizante).
- Se debería profundizar en el estudio del comportamiento del purín para conocer mejor su **eficiencia como fertilizante**, según las distintas modalidades de cultivo, en diferentes condiciones de suelo y clima y con distintas técnicas de riego.
- Es necesario tener en cuenta que la **dosis máxima permitida**, por la normativa actual (referida a estiércoles) es de 170 kg N/ha si nos encontramos en zonas vulnerables ⁽¹³⁾ y de 210 kg N/ha en zonas no vulnerables ⁽¹⁴⁾. Por ello es necesario antes de realizar la aplicación conocer el contenido de nitrógeno del purín para poder establecer la dosis adecuada. No obstante, considerar que desde el punto de vista agronómico, el cultivo únicamente recicla los nutrientes que extrae la cosecha. Por ello, las dosis anteriormente citadas, serian excesivas en producciones bajas (secanos).
- En la actualidad, la presencia en el mercado de equipos de reparto de gran capacidad, y cada vez con mejores prestaciones, en cuanto: a dosificación, uniformidad de reparto, disminución de emisiones a la atmósfera, mejor comportamiento frente a la compactación y una disminución de los tiempos de viaje, van a poder facilitar un cambio importante en cuanto a la gestión de los purines.

No obstante, es importante destacar la inversión necesaria, por lo que, dependiendo de cada caso, la asociación de agricultores y ganaderos podría ser una opción interesante para manejar el purín de forma adecuada y con unos costes asequibles.

Agradecimientos

Esta publicación no se podría haber llevado a cabo sin la colaboración de los agricultores y ganaderos colaboradores del Centro de Transferencia Agroalimentaria del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Referencias Bibliográficas

- (1) GOURMELEN, C; RIEU, M. 2006. Évaluation du coût de la gestion des effluents dans différents types d'exploitations porcines. Journées Recherche Porcine, 38: 263-270.
- (2) IGUÁCEL, F; PICOT, A; GIL, M. 2005. Resultados Económicos del ganadero de porcino de cebo integrado. Núm 155. Departamento de Agricultura. Gobierno de Aragón.
- (3) MAPA. 2006. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Estadística. Disponible en: <http://www.mapa.es>.
- (4) HUIJSMANS, J; VERWIJS, B; RODHLE, L; SMITH, K. 2004. Cost of emission-reducing manure application. Bioresource Technology 9: 11-19.
- (5) GIL, E. Costes de utilización de maquinaria agrícola. Posibilidades de reducción. Disponible en: <http://biblioteca.upc.es/bustia/arxiu/28032.pdf>.
- (6) DECRETO 200/1997, de 9 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueban las Directrices Parciales Sectoriales sobre Actividades e Instalaciones Ganaderas.
- (7) ORÚS, F. 1996.- El estiércol fluido porcino III. Un intento de síntesis actualizada sobre su uso en fertilización. Informaciones técnicas. Dirección General de Tecnología Agraria. Núm 1/96. Departamento de Agricultura. Gobierno de Aragón.
- (8) DANÉS, R; MOLINA, U; PRATS, LL; ALAMOS, M; BOIXADERA, J; TORRES, E. 1996. Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola. 128 pág. (Ed) Departament de Medi Ambient, Junta de Residus i Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca Generalitat de Catalunya.
- (9) IRAÑETA, I; ABAIGAR, A. 2002. Purín de porcino ¿fertilizante o contaminante?. Navarra Agraria. Mayo-Junio: 9-23.
- (10) KOLENBRANDER, G.J. 1981. Effect of injection of animal waste on ammonia losses by volatilisation on arable land and grassland. En: Brogan, J.C (Ed). Nitrogen losses and surface run-off from landspreading of manures. (Ed) Martinus Nijhoff. The Hague: 425-430.
- (11) LECOMPTE, R. 1980. The influence of agronomic application of slurry on the yield and composition of arable crops and grassland and on changes in soil properties. En: Gasser, J. K. R (Ed). Effuents from livestock. Applied Science Publishers, Barcking: 139-183.
- (12) ANDREU, J; BETRÁN, J; DELGADO, I; ESPADA, J.L; GIL, M; GUTIÉRREZ, M; IGUÁCEL, F; ISLA, R; MUÑOZ, F; ORÚS, F; PÉREZ, M; QUÍLEZ, D; SIN, E; YAGÜE, M.R. 2006.- Fertilización nitrogenada. Guía de actualización. Informaciones técnicas. Dirección General de Tecnología Agraria. Número extraordinario. Departamento de Agricultura. Gobierno de Aragón.
- (13) Orden de 5 de septiembre de 2005, del Departamento de Agricultura y Alimentación (II Programa de Actuación sobre las Zonas Vulnerables). BOA núm 111. 16/09/05.
- (14) Criterios internos de los Departamentos de Agricultura y Alimentación, y de Medio Ambiente, para el reciclado de estiércoles y orgánicos, fuera de las Zonas Vulnerables.



Información elaborada por:

F. Iguácel Soteras*

M. R. Yagüe Carrasco**

y la colaboración de:

F. Orús Pueyo*

D. Quílez Sáez de Viteri**

*Centro de Transferencia Agroalimentaria

**Centro de Investigación y Tecnología
Agroalimentaria de Aragón (CITA)

Departamento de Agricultura y Alimentación

Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad

Gobierno de Aragón

Fotos: A. Abaigar, F. Iguácel, M.R. Yagüe.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su 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 41

Correo electrónico: cta.sia@aragon.es



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural. FEADER

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Desarrollo Rural.
Servicio de Programas Rurales. ■ **Composición:** Centro de Transferencia Agroalimentaria.
■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.



**GOBIERNO
DE ARAGON**
Departamento de Agricultura
y Alimentación