

Reducción de las emisiones de amoníaco de origen agrícola. El papel de la maquinaria de distribución de estiércol y purines (III)

JESÚS VÁZQUEZ MINGUELA

Departamento de Ingeniería Agroforestal

ETS de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

Universidad Politécnica de Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

La utilización de estiércoles y purines como fertilizantes órgano-minerales supone un gran beneficio para ganaderos, agricultores y el medio ambiente. En una situación ideal, las granjas deberían tener suelo agrícola suficiente para fertilizarla con el estiércol y/o purín producido (fertilizante órgano-mineral de aquí en adelante). Lamentablemente, en muchas ocasiones no se cumplen estas condiciones y el producto debe ser exportado a explotaciones agrícolas ajenas.

Ya se trate de una granja con suelo suficiente o de exportar todo o parte del fertilizante órgano-mineral, la fertilización debe realizarse de la manera más exacta y económica posible. Aplicar estos fertilizantes correctamente es más difícil que aplicar fertilizantes químicos, fundamentalmente por su heterogeneidad y los muchos factores que influyen, como se vio en los dos artículos anteriores, en el contenido de nutrientes.

La planificación de la fertilización con estos productos requiere atender los siguientes pasos:

1. Aplicar en las explotaciones ganaderas técnicas que permitan obtener un fertilizante



con el mayor contenido de nutrientes posible. Es la base indispensable para que resulte económico su uso. Este punto es especialmente importante en los purines, que deben tener la mayor concentración posible de sólidos (y en consecuencia de nutrientes) permitiendo su manejo como producto líquido. Es evidente que resulta mucho más económico distribuir un purín con un 6% de sólidos totales que otro con un 4%. El control del agua de lavado es una medida sencilla que resulta muy eficaz.

2. Realizar análisis de suelos en las explotaciones receptoras, para calcular la dosis fertilizante requerida. Sin

este análisis la fertilización no será adecuada. Además de los elementos fertilizantes fundamentales es preciso, cuando se van a utilizar fertilizantes órgano-minerales de origen ganadero, determinar el contenido de metales pesados en el suelo. Cuando se alcanza el límite legal, la fertilización con estos productos debe interrumpirse, dando descanso al suelo unos años. En la práctica, calculando bien las dosis, esta situación se da muy pocas veces, pero es necesario verificarlo regularmente. Especialmente importante resulta este punto cuando se utiliza purín de cerdo, pues el cinc y el cobre son

elementos autorizados que forman parte de los piensos, y pasan íntegramente al purín, si bien se trata de cantidades muy pequeñas.

3. Determinar la composición del purín como base para determinar la dosis de abonado. Este análisis puede hacerse en un laboratorio lo más cerca posible de la aplicación o bien pueden emplearse equipos portátiles, lo que resulta suficientemente preciso y mucho más cómodo. Actualmente se comercializan kits con reactivos, densímetros, equipos basados en la medida de la conductividad eléctrica y equipos basados en la tecnología NIRS (espectroscopía del infrarrojo cercano). Ninguno de ellos mide metales pesados. La conductimetría ofrece una correlación muy buena con el contenido de nitrógeno, pero es objeto de discusión la correlación con el fósforo y el potasio. La espectroscopía es muy exacta también en estos dos componentes. Determina instantáneamente nitrógeno total (N_t), fósforo (P_2O_5), potasio (K_2O), nitrógeno en forma de ión amonio ($N-NH_4^+$) y materia seca (MS). Pueden utilizarse sobre una muestra homogénea y representativa del purín o bien instalarse en la cisterna, lo que permite tener información precisa justo antes de la aplicación (figura 1). Algunos equipos de este último tipo ofrecen prestaciones adicionales como registrar y almacenar datos permitiendo enviar éstos a móviles y ordenadores.

4. Regular el equipo de aplicación, esto es determinar la masa de purín/estiércol aplicada por hora (responsabilidad del dosificador), la velocidad de avance del vehículo y el ancho de esparcido.

5. Realizar la aplicación en condiciones climatológicas adecuadas (viento, pluviometría, temperatura). Especialmente importante es evitar la pérdida de amoníaco durante la aplicación. De esto se habla más adelante.

Lo más recomendable es encargar el plan de fertilización a un técnico competente, o a empresas de servicio especializadas. El mismo producto de una determinada explotación ganadera puede ser destinado a distintos suelos y aplicado con distintos equipos. Si no se respetan estos pasos, la aplicación tiene muchas papeletas de ser incorrecta y antieconómica. Si el agricultor no observa en sus cultivos una respuesta adecuada, puede cuestionarse seguir utilizando la fertilización órgano-mineral con residuos ganaderos.

2.- APLICACIÓN DEL PURÍN EN EL CAMPO

2.1.- Condiciones básicas para la aplicación

Una vez determinada la dosis a aplicar según los pasos señalados en el punto an-

terior, el papel de los equipos de aplicación es aplicarla de la manera más exacta posible y evitando las pérdidas de amoníaco durante la aplicación. Esta pérdida supone, además de problemas ambientales, una pérdida económica.

El riesgo de pérdida de amoníaco durante la aplicación se reduce mucho teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Evitar la aplicación si llueve, hay viento o temperaturas elevadas. Las emisiones de amoníaco se duplican aproximadamente cada 5 °C (figura 2).
- Emplear sistemas de distribución adecuados a las condiciones de trabajo, de bajas emisiones, que se detallan más adelante. Desde la entrada en vigor del RD 980/2017 es obligatorio sustituir los métodos tradicionales de aplicación de purines (plato de choque, abanico y cañón), salvo en circunstancias muy concretas. Esta obligación fue acompañada de apoyos oficiales para adquisición de nuevos equipos en el marco de los denominados Plan Renove. Los equipos antiguos, al pulverizar el purín, favorecen enormemente la

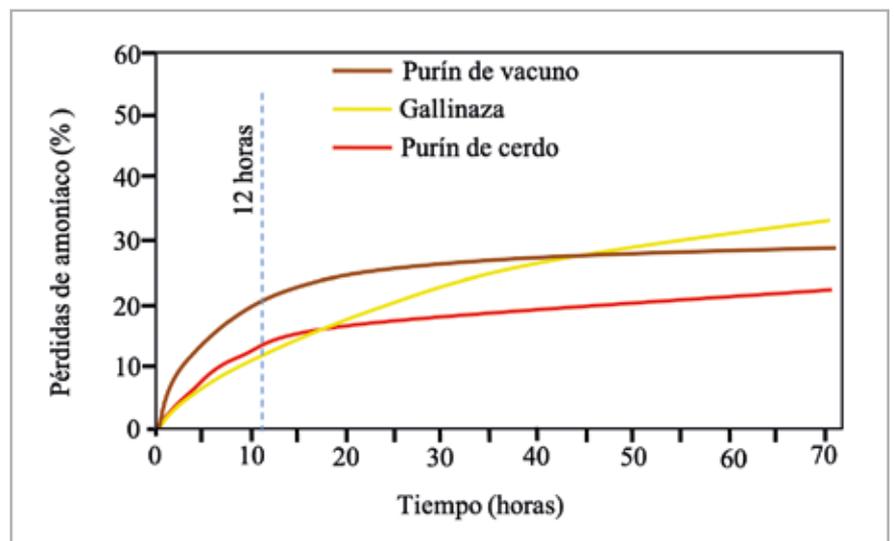


Figura 2.- Pérdidas de nitrógeno amoniacal por volatilización (en % del nitrógeno amoniacal total aplicado) en función del tiempo. De: Rothamsted et al., 2013. An enhanced software tool to support better use of manure nutrients: MANNER-NPK. Soil Use and Management, 29 (4), pp.473-484.



Figura 3.-
Aplicador
de purín de
mangueras.

volatilización del amoníaco y si se emplean cerca de cauces pueden contaminar éstos por imprecisión y escorrentía. Además proporcionan una distribución transversal que requiere solapamiento, complicando el trabajo.

Los equipos modernos depositan el purín sobre el suelo o lo inyectan bajo éste. En el primer caso se recomienda incorporarlo al suelo cuanto antes y nunca después de 12 horas (figura 2). A mayor temperatura, antes ha de hacerse la incorporación. Para este trabajo pueden utilizarse aperos específicos: discos, gradas y cultivadores.

2.2- Equipos de aplicación de bajas emisiones

Son equipos que permiten reducir mucho las emisiones de amoníaco durante la aplicación. En relación a los afortunadamente ya superados sistemas de plato de choque y cañón permiten, además de reducir las emisiones, reducir notablemente los olores y obtener una distribución transversal homogénea sin necesidad de solapamientos. Actualmente se emplean diferentes equipos que se estudian a continuación. No se muestra el sistema de acidificación en campo (ver artículo anterior) por ser aún inexistente (según mis datos) en España.

2.2.1.- Aplicador de mangueras, también denominado de tubos colgantes (figura 3)

Consta de una barra distribuidora dotada de mangueras o tubos por los que el purín se conduce hasta el suelo. Las mangueras reciben el purín de la cisterna a través de un distribuidor, cuyo papel es fundamental, ya que debe enviar la misma cantidad de purín a todas las salidas. Pueden emplearse sobre suelo desnudo y sobre praderas. En ambos casos la salida de las mangueras

debe estar dispuesta lo más cerca del suelo posible. Puede conseguir una reducción de emisiones de hasta el 35% en relación al plato de choque. Suele recomendarse su utilización en pendientes inferiores al 15%.

Cuando se usan sobre suelo desnudo o rastrojera es muy recomendable incorporar el purín al suelo cuanto antes.

2.2.2.- Aplicador de mangueras con patines de arrastre (figura 4)

Es una evolución del sistema anterior. Las mangueras terminan en una salida formada por un tubo de descarga y un patín de arrastre metálico. El patín de arrastre marca líneas de aplicación en su desplazamiento. En praderas esta acción permite separar la vegetación con nitidez, de forma que el purín alcanza el suelo sin contaminar la cubierta vegetal, evitando problemas en el ensilado y el pastoreo. El tubo de descarga está diseñado



Figura 4.- Aplicador de purín de mangueras. (1) y (2) cortesía de la marca; (3) trabajo en pradera de poca altura. De 'Code of Good Agricultural Practice for the Reduction of Ammonia Emissions. www.daera.ni.uk.

para evitar el goteo. El patín de arrastre sigue el contorno del suelo gracias a que está unido a la barra de distribución mediante una pletina flexible.

El sistema es apto siempre que la cobertura vegetal no supere una determinada altura o densidad, evitando la acción óptima del patín de arrastre. También se recomienda, en terrenos con pendiente, trabajar perpendicularmente a la pendiente, para evitar la escorrentía del purín, y tener en cuenta este hecho para evitar la llegada del purín a cauces cercanos. Si existe este riesgo es preciso renunciar a aplicar el purín cerca del cauce, dejando de tratar unos metros antes de la orilla.

El hecho de depositar el purín en el suelo abriendo un 'pasillo de hierba' lo protege del viento, lo que supone una reducción adicional de las emisiones de amoníaco. La reducción de éstas se sitúa entre el 30 y el 60%. Aunque es un sistema especialmente indicado para praderas puede utilizarse en suelo desnudo convenientemente trabajado antes de la siembra.

2.2.3.- Sistemas de inyección de purín

Estos sistemas disponen de rejas o discos que abren el suelo a una determinada profundidad, a la que se deposita el purín. Posteriormente este se entierra gracias a la acción de discos, gradas o una combinación de ambos. Dado que el purín se aplica a cierta profundidad y se entierra en la misma pasada, esta técnica consigue una reducción de emisiones muy alta, entre el 75 y el 90%.

Si el sistema no dispone tras los inyectores de dispositivos para cubrirlo, se recomienda una pasada posterior con un apero adecuado cuanto antes.



Figura 5.- Sistema de inyección de purín con rejas de cultivador elásticas. (1) vista general del sistema. (2), detalle de trabajo con la apertura del suelo y la inyección posterior; (3), vista posterior del equipo trabajando, que permite ver la acción del rodillo posterior.

En la figura 5 se muestra un inyector de rejas de la marca BAUER.

Se trata de un inyector con rejas de cultivador flexibles para abrir el suelo. Su diseño las hace aptas para conseguir cierta descompactación del suelo. El purín se deposita justo detrás de las rejas, donde es descargado por unos tubos. El rodillo posterior realiza varias labores: regular la profundidad de inyección, cubrir el purín, nivelar y desterronar el suelo (si su estado de humedad lo permite). La distancia entre hileras de este equipo es de 26 cm. Cuanto más pequeña es la distancia entre hileras más uniforme es la distribución superficial.

Los sistemas de inyección pueden clasificarse según su sistema de apertura y cierre del surco, pero el factor más importante para diferenciarlos es la profundidad de inyección. Según este criterio pueden divi-

dirse en equipos de inyección superficial y de inyección profunda.

Se considera que un inyector es superficial si la profundidad de inyección se sitúa en torno a 4-10 cm. Estos inyectores son aptos para tierra labrada y praderas y generalmente tienen una separación de hileras entre 23 y 30 cm, lo que permite una buena distribución transversal.

La inyección profunda se sitúa entre los 10 y 30 cm de profundidad de inyección. Esto supone un gran esfuerzo de tracción para el tractor, de forma que la separación entre hileras se sitúa en el entorno de 50 cm. Se considera que los inyectores profundos son más apropiados para suelo labrado, por los posibles daños que pudieran causar al sistema radicular de praderas o cultivos.

En 'Code of Good Agricultural Practice for the Reduction

Tabla I. Comparación de los distintos sistemas de aplicación de purines

| | Plato de choque | Mangueras | Mangueras con pañ | Inyección superficial | Inyección profunda |
|--|-----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| MS ¹ del purín máxima | 12% | 9% | 6% | 6% | 6% |
| Requiere tamizado o picado del purín | NO | SI ² | SI | SI | SI |
| Sensibilidad al viento ³ | Muy alta | Baja | Muy baja | Nula | Nula |
| Tiempo de exposición a la volatilización | Alto ⁴ | Medio ⁴ | Bajo | Prácticamente nulo | Prácticamente nulo |
| Superficie de contacto purín/aire | Muy alta | Alta-Media | Baja | Prácticamente nula | Prácticamente nula |
| Uniformidad de la distribución transversal | * ⁵ | *** | *** | *** | *** |
| Mantenimiento de distancia entre pasadas | * | *** | *** | *** | *** |
| Daños al cultivo | Moderado ⁶ | Bajo | Bajo | Moderado a bajo | Alto |
| Capacidad de trabajo (ha/h) | **** | *** | *** | ** | ** |
| Reducción de emisiones de amoníaco | 0% | 30-35% | 35-60% | 70-80% | 90% |
| Emisión de olores | Alta | Moderada a baja | Baja | Baja a muy baja | Muy baja |
| Coste | * | ** | *** | *** | **** |

- 1.- Materia seca
- 2.- Si el contenido de MS supera el 6%. El picado puede ser necesario en purín de vacuno, no suele ser un requisito en purín de porcino.
- 3.- Se refiere a la capacidad del viento para afectar a la uniformidad de distribución
- 4.- Si no se realiza enterrado inmediato.
- 5.- Es la distribución original en una pasada. En el caso del plato de choque, solapando adecuadamente las pasadas se consigue una distribución transversal mucho mejor.
- 6.- El riesgo disminuye mucho manteniendo el tiempo adecuado entre la aplicación y el pastoreo o la siega.



Figura 6.- Cisterna de purín Bauer, de poliéster reforzado con fibra de vidrio. La complejidad de la estructura exige la elaboración a mano para colocar lo más exactamente posible las láminas de fibra de vidrio.

los sistemas de distribución de purines. En la misma se incluye, pese a ser obligada su sustitución, el sistema de plato de choque al ser la referencia para cuantificar la emisión de amoníaco y olores y porque en algunas circunstancias pudiera ser autorizado.

2.3- Cisternas de aplicación

Se fabrican generalmente de acero inoxidable, acero galvanizado (lo más frecuente) y, más recientemente, de poliéster reforzado con fibra de vidrio (figura 6). Uno de los retos de los materiales de las cisternas es su resistencia a la corrosión, pues el purín es muy agresivo.

En general se utilizan cisternas con un volumen comprendido entre 4 y 30 metros

of Ammonia Emissions. www.daera.nl.UK' se afirma que no deben utilizarse cuando el suelo dispone de sistemas de drenaje de profundidad inferior a 70 cm, pues en tal caso el riesgo de contaminación de cauces es muy alto. En el citado documento, se detallan varias limitaciones al uso de inyector de purín:

- Pendientes superiores al 15%
- Suelos poco profundos
- Suelos pedregosos
- Suelos muy compactados
- Suelos con más de un 35% de arcilla
- Suelos con sistema de drenaje de tuberías perforadas

En la tabla I se muestra una comparación técnica de

cúbicos. El volumen es un dato a seleccionar cuidadosamente. Por un lado, cuanto mayor es, mayor es la capacidad de trabajo del equipo de aplicación, por la reducción del número de viajes para reponer el purín. Pero los equipos más grandes pueden tener dificultades de maniobra en muchas parcelas y, además, pueden ocasionar mucha compactación en el suelo si no se utilizan neumáticos de tipo y presión adecuados. Este tema requiere mucha atención. Si el tráfico controlado es una opción, conviene tenerla muy en cuenta. El problema de la compactación exige a los constructores desarrollar materiales resistentes y del menor peso posible. Las cisternas de poliéster reforzado con fibra de vidrio son bastante más ligeras que las de acero a igualdad de volumen.

Entre los muchos componentes de que disponen las cisternas actuales, es especialmente importante prestar atención a los siguientes:

- **Sistemas de llenado y vaciado.** Es importante la facilidad de uso de los mismos, la rapidez de las operaciones, y su correcto uso, evitando un llenado demasiado rápido que pueda producir espuma. Se utilizan compresores, bombas y sistemas mixtos, también llamados 'combinados'. Un ejemplo de éstos es el que permite llenar la cisterna mediante un compresor que produce vacío, mientras que la distribución del purín la realiza mediante una bomba.
- **Sistemas de hermeticidad y compuerta de acceso al interior.** En algunas cubas, la parte trasera es plenamente desmontable. La facilidad de acceso es importante.
- **Rompeolas o tabiques antibalanceo.** Son dispositi-

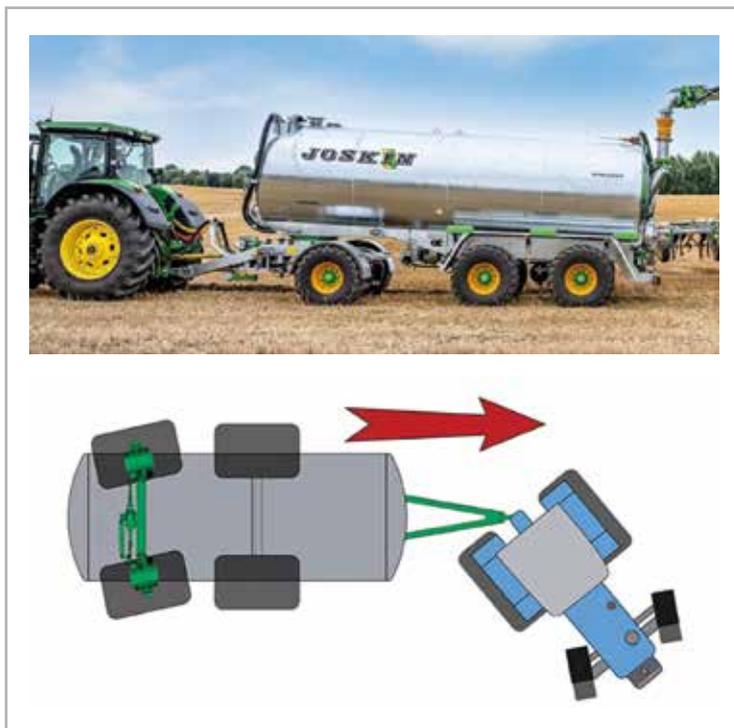


Figura 7.- Arriba, cisterna con eje delantero simple y eje trasero tipo tándem. Abajo, sistema tándem con eje direccional de control electrónico. Cortesía de Joskin.

vos interiores que tratan de evitar el 'oleaje' del líquido en el interior, favoreciendo la estabilidad del conjunto y evitando la formación de espumas.

- **Indicadores de nivel.** Se ofrecen diferentes opciones: mirillas, flotador, tubo comunicante transparente y otros. Tienen su importancia, pues es necesario saber el volumen que hay en la cisterna y permiten controlar el llenado, que nunca debe ser completo.
- **Agitadores.** La cisterna debe tomar un purín homogeneizado en el depósito o fosa y mantenerlo homogéneo durante el transporte y, sobre todo, la aplicación. Es la medida imprescindible para conseguir un reparto uniforme en el campo. La agitación debe ser eficaz, pero no enérgica en demasía para evitar la formación de espuma. Hay sistemas basados en aire a presión, y de agitación mecánica, generalmente de accionamiento hidráulico.

• Suspensión, ejes y ruedas.

El número de ejes está relacionado con el volumen de las cisternas. En general, hasta 10 000 L, disponen de un eje; entre este volumen y 15 000 L tienen dos ejes, y a partir de este valor están equipadas con tres. El sistema de dos ejes puede ser del tipo tándem. Al sistema de tres ejes muy próximos se le suele denominar 'tridem'. Se utiliza también la opción de combinar un eje delantero y dos ejes tándem (figura 7). Las cisternas pueden ser autoportantes, siendo arrastradas por el tractor, que no recibe peso alguno de ellas, o bien semisuspendidas, que transfieren parte de su peso al tractor. Esto debe ser evaluado pues influye en la carga dinámica que soportan los ejes del tractor y, en consecuencia, en la elección de los neumáticos de éste y su presión de uso. El sistema de suspensión debe favorecer el trabajo estable y la adaptación al terreno.



Figura 8.- Sistema Bauer de control de la presión de neumáticos desde el puesto de conducción, disponible opcionalmente para cisternas de 14 a 20 m³.

sión de neumáticos gobernado desde el puesto de conducción (figura 8). Permiten ajustar, con solo tocar un botón, la presión en campo y en carretera, según valores previamente programados.

- **Distribuidor.** Es el elemento que recibe el purín de la cisterna y lo envía a las diferentes salidas. Debe ser lo más preciso posible. Algunos fabricantes ofrecen distribuidores con cuchillas de corte y sistema de eliminación de objetos pesados.
- **ISOBUS:** Sistema normalizado de transferencia de datos entre el tractor y el apero, que permite utilizar herramientas para lograr una aplicación más uniforme y registrar datos de campaña.

- **Caudalímetro electrónico.** Es un elemento indispensable para aplicar la dosis de purín uniformemente, ya se trabaje en dosis constante o en dosis variable. Ésta última opción requiere disponer de comunicación ISOBUS. En dosis variable, el sistema debe captar los datos de velocidad de avance y caudal de purín, pudiendo variar éste en función de la variación de aquella gracias a la acción de servomotores. Las cisternas y equipos de distribución más avanzados disponen ya de este sistema de dosificación electrónica, con adquisición de datos y visualización en el puesto de conducción (figura 9).

2.4- Sistema umbilical de aplicación de purín

Es un sistema que prescinde de la cisterna de aplicación. El tractor dispone tan solo del distribuidor, que recibe el purín a través de una manguera. El purín se encuentra en un depósito situado en el borde de la

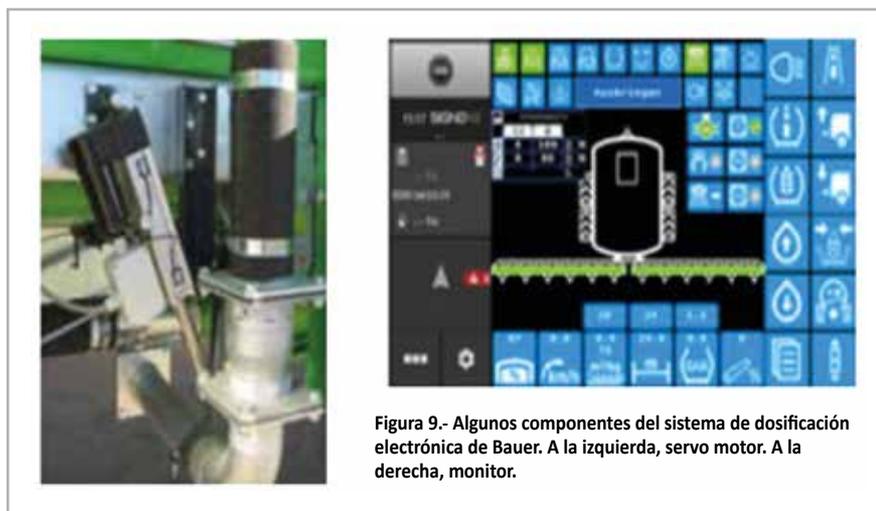


Figura 9.- Algunos componentes del sistema de dosificación electrónica de Bauer. A la izquierda, servo motor. A la derecha, monitor.

Generalmente los ejes son fijos, pero las cisternas con dos o tres ejes y equipamiento sofisticado suelen disponer, o se ofrece como opción, de ejes direccionales (figura 7). El eje gira según demanda el giro del tractor. El ángulo de oscilación está en torno a 16°. Este sistema favorece las maniobras y disminuye el desgaste de los neumáticos. El control es electrónico.

Las cisternas de aplicación tienen que ser equipadas con neumáticos que compacten lo menos posible el suelo. Son muy adecuados neumáticos radiales anchos de baja presión. El mismo neumático requiere una presión bastante mayor en carretera, por lo que lo ideal es

cambiar la presión en campo y carretera. Si no se hace así, su vida útil disminuye. El problema es el tiempo que ello requiere cuando se hace manualmente. Pero hay que afrontarlo cuando se trata de equipos muy pesados.

Una opción para afrontar el problema es disponer de dos cisternas, una de alimentación, especialmente diseñada para el transporte en carretera, y otra para campo. Lógicamente, los costes tienen mucho que decir. Las cisternas de alimentación disponen de neumáticos del tipo que usan los camiones y también agrícolas adecuados para carretera.

Otra opción es disponer de un sistema de control de pre-

parcela, desde el que se bombea al purín con una bomba accionada por la toma de fuerza de un tractor auxiliar. El purín debe ser agitado en dicho depósito durante la aplicación. El depósito se llena desde una cisterna de alimentación (figura 10).

Se trata, pues de un sistema complejo que puede ser aplicable en condiciones de suelos muy vulnerables a la compactación o de orografía que complique mucho la maniobrabilidad del conjunto tractor-cisterna-aplicador. La marca Vogelsang ofrece esta tecnología. Un video que muestra muy bien el sistema puede verse la dirección web [Vogelsang Backpac video 24 and 32 meter - YouTube](#).

3. CONSIDERACIONES FINALES

- La fertilización órgano-mineral con purines debe ser estimulada, pues al tiempo que es posible realizarla con menor coste que la fertilización mineral, contribuye a la solución de problemas ambientales muy importantes.
- Es esencial que el ganadero produzca purines con el mayor contenido posible en nutrientes, sobre todo en nitrógeno amoniacal, pues es la fracción inmediatamente disponible para los cultivos. Solo así puede resultar económica la fertilización que, casi siempre, va a realizar un agricultor externo.
- En la explotación ganadera los depósitos y/o fosas deben estar diseñados para ser fácilmente accesibles en la toma del purín, y disponer de sistemas de agitación eficaces durante la toma.
- Las cisternas, tanto de transporte como de aplicación,



Figura 10.- Sistema umbilical de distribución de purín Vogelsang.

deben disponer de sistemas de agitación.

- Cada explotación agrícola debe contar con un plan técnico de abonado, realizado por profesional competente, que determine, en función del poder fertilizante del suelo, la extracción de los cultivos y el contenido de fertilizantes del purín, la dosis de aplicación resultante (metros cúbicos de purín aportados por hectárea). Dicho plan puede desvelar si el purín satisface las necesidades de los tres elementos (N, P y K) o bien hay que complementar alguno de ellos con fertilizante mineral, o bien hay que reducir la dosis si alguno se aplicara en un exceso fuera de rango.
- Los sistemas de medición instantánea del contenido en nutrientes del purín son fundamentales.
- Cada 4 o 5 años hay que medir el contenido de metales pesados del suelo y de sobrepasarse los límites legales, hay que dejar la aplicación de purín hasta que el suelo se haya recuperado.
- Es aconsejable evaluar el control electrónico de la dosis ya se trate de aplicación de dosis constante o variable.
- Las mejores condiciones climatológicas para aplicar purín son tiempo fresco, húmedo y con poco viento. Por supuesto, en ausencia de lluvia. La temperatura es muy importante. Cada 5° C de incremento puede llegar a duplicarse la emisión de amoníaco.
- Hay que verificar el estado del suelo, evitando aplicar cuando es muy alto el riesgo de compactación. Nunca aplicar purín en suelos muy compactados o saturados de agua.
- El purín es especialmente eficiente si se aplica justo antes o en periodos de alto crecimiento de los cultivos. La primavera es la estación idónea.
- Si se va aplicar purín sobre suelo desnudo, se recomienda labrar superficialmente antes de la aplicación, para favorecer la infiltración y, con ello, disminuir el tiempo de contacto con el aire.
- Salvo condiciones muy desfavorables que lo impidan, deben utilizarse equipos de distribución de bajas emisiones.
- Aplicar purín cerca de poblaciones requiere adoptar todas las medidas posibles para evitar los olores molestos: aplicar de madrugada, evitar días con viento hacia la población, utilizar equipos de bajas emisiones.■