

APLIPUR, herramienta para la regulación de los equipos de aplicación de purines

J. Llop¹, J. Parera^{2,*}, J. Llorens¹, E. Gil¹

¹ Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología - Universidad Politécnica de Cataluña Campus Baix Llobregat - Avda. Canal Olímpic, 15 – 08860 Castelldefels (Barcelona).

² GESFER. Gestió de la Fertilització Agrària de Catalunya. Camp de Mart 35, 25004. Lleida. Fira Barcelona. Avenida Reina María Cristina, s/n. 08004 - Barcelona.

* Autor de contacto: jparera@gencat.cat

Resumen

La fertilización orgánica con deyecciones ganaderas tiene grandes ventajas como el aporte de nutrientes (NPK) y el aporte de materia orgánica, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola. Pero la falta de conocimiento del contenido de nutrientes en el momento de la aplicación, y la gran variedad de sistemas y equipos de aplicación, dificultan mucho su dosificación para satisfacer las necesidades del cultivo. La utilización del purín como fertilizante orgánico permite aportar al cultivo las necesidades nutricionales necesarias a la vez que ofrece una solución a los acuciantes problemas de excedentes. No obstante una aplicación correcta (distribución uniforme de la dosis de nutrientes de acuerdo con las necesidades del cultivo) requiere el conocimiento exacto del contenido de nutrientes (NPK) del producto a distribuir y ajustar de forma adecuada el equipo de distribución a emplear. La regulación de los equipos de aplicación depende básicamente de tres factores: ancho de trabajo, velocidad de avance y caudal de salida del purín. La combinación de estos tres factores una vez caracterizado el equipo de aplicación permiten aplicar la cantidad de purín según la dosis programada. El presente artículo describe la herramienta informática *Aplipur* v.2.1, basada en programación Microsoft Excel®, para la ayuda en la regulación de los equipos de aplicación de purines, con información previa de la caracterización de cada equipo de aplicación.

Palabras clave

Purines; Aplicación de purines; Regulación.

INTRODUCCIÓN

El uso de las deyecciones ganaderas para la fertilización de los cultivos es una actividad que se ha realizado siempre en agricultura. Sin embargo, existe una limitación en cuanto a su aplicación mecanizada, determinada por las características específicas del producto así como la tecnología usada para la aplicación. En Cataluña la generación de deyecciones de ganado porcino es muy elevada y localizada, y ha derivado en un problema medioambiental en determinadas zonas. La aplicación en exceso de fertilización orgánica contribuye a la contaminación del agua e incrementa los costes de producción del cultivo (Krishnan *et al.*, 2006).

Para minimizar los problemas de contaminación es muy importante una correcta aplicación de los purines para conseguir una correcta fertilización. Para que esto suceda es necesario conocer el contenido de nitrógeno del purín, tener un conocimiento adecuado de los equipos de aplicación y efectuar una correcta regulación de estos (Teira, 2008). Dado que el contenido de nitrógeno del purín es muy variable según diferentes factores (tipo de explotación, gestión del agua de bebida, composición de los piensos, punto de extracción de la fosa, etc.) (Irañeta *et al.*, 2002), es necesario poder determinar *in situ* el contenido de nitrógeno en el momento de aplicación. A tal efecto, se ha encontrado una relación entre la conductividad eléctrica y el contenido de nitrógeno del purín porcino (Scotford *et al.*, 1998; Moral *et al.*, 2005; Parera *et al.*, 2008).

Una vez se conoce el contenido de nitrógeno del purín, el siguiente objetivo es calibrar la maquinaria de aplicación para poder aplicar según las necesidades de los cultivos. El Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología de la *Universitat Politècnica de Catalunya* y el *Consorci de Gestió i Fertilització Agrària de Catalunya* (GESFER), han desarrollado una herramienta informática, *Aplipur*, con la que se pretende caracterizar los parámetros de la aplicación de forma fácil, adecuando la distribución y la dosificación a las necesidades del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La herramienta *Aplipur* está estructurado en tres partes: las características de la aplicación, la guía de regulación y un informe resumen de toda la aplicación. El programa corre sobre una hoja de cálculo (Microsoft, Excel®). La primera parte hace referencia a todos los parámetros de la aplicación relacionados con la máquina (ancho de trabajo, relación caudal – presión de la bomba, velocidad de avance, etc.), los parámetros relacionados con el purín (origen y contenido de nitrógeno) y la dosificación. A partir de estas determinaciones, se establecen las condiciones de trabajo ideales. Si las condiciones de trabajo no se ajustan a las características de la máquina, se entra en la segunda parte del programa, que permite modificar los parámetros de presión y velocidad hasta que las condiciones de trabajo sean favorables para trabajar. Con todo ello se realiza un informe para que técnicos y agricultores tengan información detallada de los parámetros de la aplicación.

Caracterización de los equipos de aplicación de purines

La elección de los equipos para la realización de los ensayos de campo se ha efectuado de forma que se hallen representadas las principales tecnologías mayoritariamente utilizadas. Teniendo en cuenta las diferentes tipologías de equipos existentes se han elegido tres equipos a partir de los cuáles se establecerán las bases para el desarrollo del programa *Aplipur*. Las características de los cuales se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de las máquinas estudiadas.

Característica	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Capacidad del depósito (m ³)	20	26	20
Ancho de trabajo (m)	2,8	8	4
Sistema de aplicación	Localizado tipo reja con 4 inyectores	Abanico/ Esparcidor	Localizado tipo reja con 6 inyectores
Imagen de cada máquina			

Un aspecto fundamental de los equipos de aplicación es el caudal. Con el fin de controlar la dosis es necesario conocer la relación caudal – presión de la bomba de cada equipo. La determinación de esta relación para cada uno de los equipos de aplicación estudiados se ha realizado mediante una serie de pruebas. El procedimiento realizado es el siguiente: a) cargar el depósito del equipo de aplicación con purín; b) pesar el equipo de aplicación; c) medir el tiempo de vaciado a una determinada presión; d) pesar el equipo de aplicación ya vaciado

La obtención del caudal de cada prueba se realizará según la fórmula 1.

$$Q = \frac{(P_{ll} - P_v)}{T_d} \times 60 \quad [1]$$

Donde Q (m^3/min) es el caudal; P_{ll} (kg) es el peso del depósito lleno; P_v (kg) es el peso del depósito vacío; T_d (s) es el tiempo de descarga del depósito. Conociendo el volumen del depósito y su peso lleno, se establece la relación de densidad del purín. Este procedimiento se debe repetir a diferentes presiones y tantas veces como sea necesario con el fin de obtener una buena correlación caudal – presión. También es muy interesante anotar el régimen de trabajo (min^{-1}) del tractor en el que se consigue la presión. Lo ideal es que la prueba se realice en el campo para que las condiciones de ensayo se parezcan al máximo a la realidad. Se recomienda realizar las pruebas en una balsa de purín en la que se pueda vaciar el depósito con el sistema de aplicación de purines instalado (esparcidor, inyector, tubos bajantes, etc.) ya que el caudal cambia según los elementos de distribución utilizados.

Determinación del contenido de nitrógeno del purín

Para determinar el contenido de nitrógeno del purín del depósito del equipo de aplicación, se ha utilizado el conductímetro *Fertimeter*®. Los sensores del *Fertimeter*® están instalados en el depósito de cada equipo y la pantalla con la lectura de la conductividad y del contenido de nitrógeno en la cabina del tractor. Las rectas que relacionan el contenido de nitrógeno y potasio del purín de cerdo con la conductividad eléctrica (CE) instaladas al conductímetro son las obtenidas del estudio que relaciona la CE del purín porcino con el contenido de nutrientes (NPK) de granjas de porcino en Catalunya (Parera *et al.*, 2008).

Guía de calibración

La guía de calibración del programa *Aplipur* tiene como premisa ajustar los parámetros para aplicar la dosis deseada. Los parámetros ajustados son la velocidad y el caudal. En el caso que esto no sea posible se ajustan los parámetros para realizar una aplicación que se aproxime tanto como pueda a la dosis establecida inicialmente.

PAS 2: Regulació de la PRESSIÓ

[Retorn al PAS 1](#)

Condicions de treball actuals

Dosi del cultiu	0	kg N / ha
Lectura Nitrogen (TKN)	0	kg N / m ³
Dosi d'aplicació	60	m ³ / ha
Distància entre passes	3	m
Velocitat	9	km / h
RPM	930	
Pressió de la cuba	0,7	bar

Variació de la PRESSIÓ

0,7

(modifica la pressió fins a poder anar a treballar)

Què faig?

REVISA ELS PARÀMETRES

Tria què fer

CONDICIONS DE TREBALL

Figura 1. Captura pantalla del segundo paso de la guía de calibración.

RESULTADOS

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos de la caracterización de los distintos equipos de aplicación. También se muestra el desarrollo de la herramienta informática para la regulación de los equipos de aplicación. El programa *Aplipur* consta de diferentes hojas de cálculo. La primera es la portada y la segunda el menú inicial. La tercera pantalla hace referencia a las características de la aplicación, tales como las características del purín, la dosis de aplicación, las características del equipo de aplicación y la parcela de aplicación. La cuarta es la pantalla de guía de regulación, que además tiene dos sub pantallas que permiten la modificación de los parámetros velocidad y presión de la máquina. La penúltima pantalla resume las condiciones de trabajo básicas relativas a la máquina y en la última pantalla se genera un documento con el resumen de todo el proceso. En este documento consta información relativa al día y parcela de aplicación, características del purín, tipo de máquina utilizada, dosis de aplicación, cantidad de nitrógeno aplicado, velocidad de trabajo y presión del depósito.

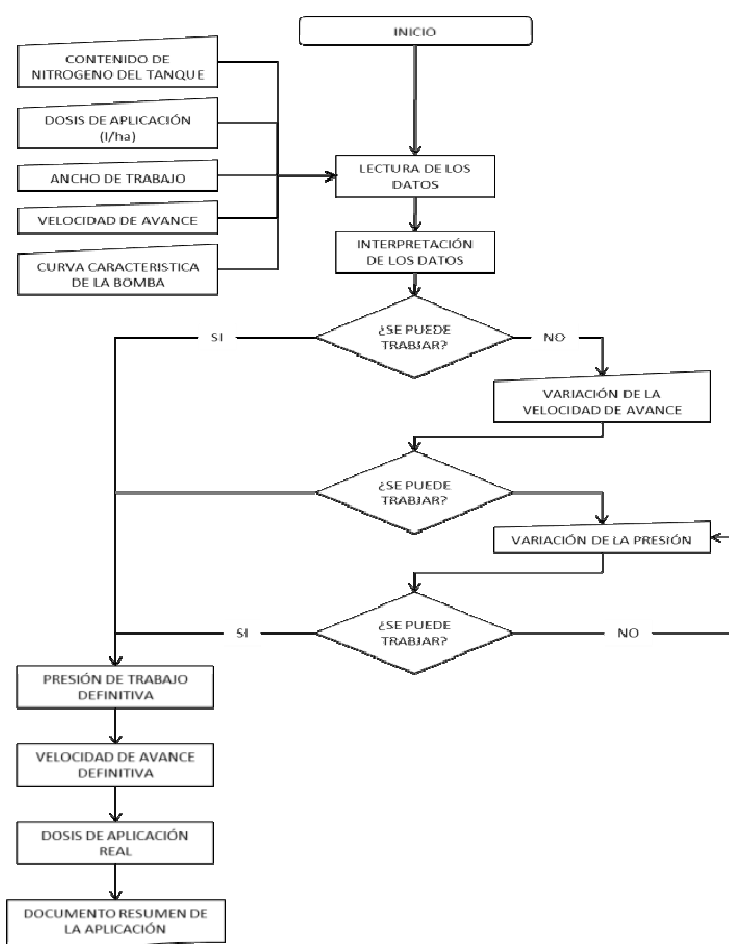


Figura 2. Diagrama de flujo del funcionamiento de la herramienta informática APLIPUR.

La herramienta informática tiene dos partes fundamentales: la introducción de los datos necesario para determinar la regulación y procesamiento de estos datos; y el ajuste de los parámetros velocidad y presión (Figura 2). Estos dos parámetros se irán modificando hasta que la máquina esté a punto para aplicar la dosis deseada. Eso implica que con según que equipos, a veces no se puede aplicar la dosis deseada. En

estos casos el programa avisa de que no se está aplicando la dosis correctamente y calcula la cantidad de purín aplicado por hectárea.

En la ejecución del programa es imprescindible obtener para cada equipo de aplicación la curva caudal – presión. En la Figura 3 y la Figura 4 se aprecian diferencias muy grandes entre los distintos equipos. Se puede observar que estos equipos no son capaces de suministrar caudales inferiores a 2,5 Tn/min mostrando la gran dificultad que existe para aplicar dosis de aplicación muy bajas. En este sentido se tiene que mejorar la capacidad de los equipos de trabajo en dosis pequeñas. También se pone de manifiesto la necesidad de desarrollar un sistema de caracterización individual. De ello se destaca necesidad de tener un conocimiento adecuado del equipo que se está utilizando. En la Figura 4 se observa que la relación es de régimen de giro – caudal, ya que la máquina 2 no disponía de manómetro.

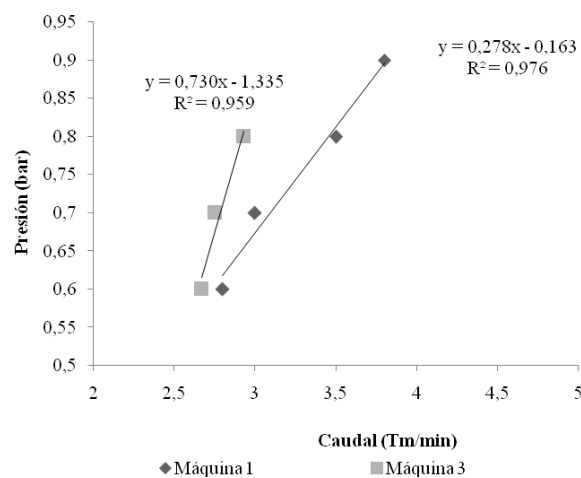


Figura 3. Representación gráfica de la relación presión – caudal de la bomba de la máquina 1 y la máquina 3.

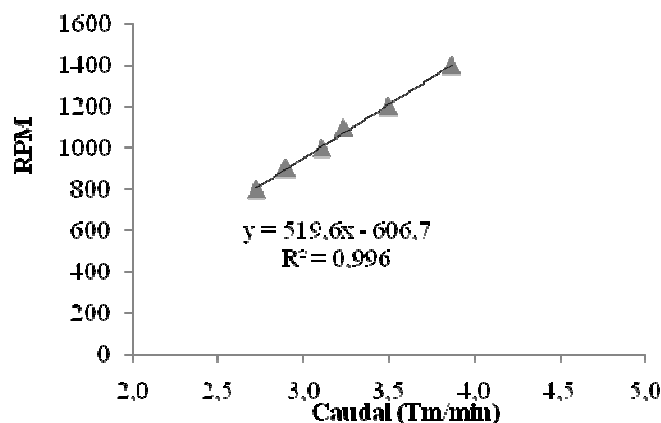


Figura 4. Representación gráfica de la relación régimen de giro del motor – caudal de la bomba de la máquina 2.

CONCLUSIONES

- Existe una gran variación de equipos de aplicación la regulación de los cuales es muy distinta.
- La aplicación de dosis de purín muy bajas es muy difícil con las máquinas estudiadas.
- *APLIPUR* es una herramienta fácil de usar y rápida para poder calibrar la maquinaria de aplicación de purines para emplear la dosis deseada.
- El estudio de los distintos equipos resalta la necesidad de mejorar los sistemas de aplicación actuales.

REFERENCIAS

- Irañeta, I., Santos, A., Abaigar, A. (2002). Purín de porcino: ¿fertilizante o contaminante?. *Navarra Agraria*, 132: 9-24.
- Krishnan, M., Foster, C.A., Strosser, R.P., Glancey, J.L., Sun, J.Q. (2006). Adaptive modeling and control of a manure spreader for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 52: 1-10.
- Moral, R., Perez-Murcia, M.D., Perez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J., Paredes, C. and Rufete, B. (2005). Estimation of nutrient values of pig slurries in southeast Spain using easily determined properties. *Waste Management*, 25: 719-725.
- Parera, J., Domingo, F., Canut, N. y Serra, J. (2008). Determinación rápida de los nutrientes del purín de cerdo in situ en base a la lectura de la conductividad eléctrica (CE) para una correcta fertilización. Libro de Actas del I congreso Español de Gestión Integral de Deyecciones Ganaderas. pp. 237.
- Scotford, I.M., Cumby, T.R., White, R.P., Carton, O. T., Lorenz, F., Hatterman, U., Provolo, G. (1998). Estimation of the nutrient value of agricultural slurries by measurement of physical and chemical properties. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 71: 291-305.
- Teira, R. (2008). *Informe per a la millora de la gestió dels purins porcins a Catalunya*. Informes del CADS: 5. Generalitat de Catalunya. ISBN. 978-84-393-7712-2.