

Caracterización de un sistema de modulación del ancho de pulsos empleado en dosificación variable de agroquímicos. Resultados preliminares

Andrés Moltoni¹, Gerardo Masiá¹, Nicolas Clemares¹, Julio Fiorini¹, Luciana Moltoni¹

¹ INTA - IIR - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Las Cabañas y de los Reseros, Castelar (1712). Buenos Aires, Argentina, Email: moltoni.andres@inta.gob.ar

Resumen

El manejo sitio-específico de insumos es una herramienta útil para mejorar la eficiencia de las labores. En el caso de la aplicación de agroquímicos existen varios sistemas para modificar el caudal asperjado. En el Instituto de Ingeniería Rural – INTA se desarrolló un dispositivo que permite realizar un cambio en el caudal mediante la apertura y cierre de una electroválvula, modulando el ancho del pulso (PWM) de la misma. En el presente trabajo se evaluó el desempeño del sistema mediante la caracterización de la pulverización. Para ello se determinó el caudal real, el diagrama de distribución y el tamaño de gotas. Se utilizó una boquilla marca TeeJet de abanico plano 8002 y se configuró el PWM para proporcionar los siguientes porcentajes del caudal total: 100, 90, 70, 50, 30 y 10 %. Los ensayos de caudal y distribución se realizaron en un banco de distribución que responde a la norma ISO 5682/1. En la medición del tamaño de gotas se utilizaron tarjetas hidrosensibles y el software Spray-X. El procesamiento estadístico de los resultados fue realizado mediante análisis de varianza (ANVA). El sistema PWM no afectó significativamente los caudales, la distribución ni el tamaño de las gotas para los distintos caudales evaluados.

Palabras Clave: dosis variable, aplicación sitio específica, sistemas PWM

Introducción

En nuestro país se ha registrado un importante incremento de las tecnologías de Agricultura de Precisión desde sus primeras experiencias en los años 90 (BRAGACHINI y col., 2007).

Las dos principales ventajas citadas para este tipo de manejo se basan en el ahorro en la cantidad de insumos utilizados, reduciendo costos (MOLTONI Y MOLTONI, 2005; LUND IVAR, 2008; LAMASTUS-STANFORD Y SHAW, 2004; NORDMEYER, 2006; GERHARDS Y OEBEL, 2006; WILLIAMS y col., 2000; DAMMER Y WARTENBERG, 2007; TIAN y col., 1999) y la menor contaminación ambiental (HEEGE Y THIESSEN, 2002; NORDMEYER, 2006). Estas dos ventajas se deben obtener sin provocar una merma en la calidad del tratamiento a realizar (GERHARDS Y OEBEL, 2006; NORDMEYER, 2006; HEAP Y TRENGOVE, 2008).

En lo concerniente a dispositivos para realizar dosis variable en pulverización existen en el mercado diversos sistemas que trabajan con diferentes técnicas. El dispositivo denominado PWM (Pulse Width Modulation) o en español, Modulación por Ancho de Pulsos, representa una solución promisoriosa debido a que permite regular el caudal sin modificar la presión de trabajo ni cambiar la pastilla en cuestión. La principal ventaja del sistema está dada por el hecho de que, al no variar el tamaño de las gotas producidas, se reduce significativamente el riesgo de deriva cuando se hace necesario incrementar la presión (MC MULLIN E. 2008). PIERCE Y AYERS (2001) analizaron la variación del caudal de una máquina pulverizadora equipada con PWM. La misma fue

aceptable, con una variación menor al 2 %. Otro tanto sucedió con el patrón de distribución de las gotas, aunque esta vez el coeficiente de variación fue menor al 10 %. Por otro lado, S. HAN y col – 2001 modificaron una pulverizadora comercial equipándola con PWM en cada uno de sus picos, utilizando mapas de prescripción para la aplicación de nitrógeno en dosis variables encontraron errores del orden del 12 al 15% entre lo prescripto y lo realmente aplicado. Para aplicaciones de dosis variable, DENG WEI y col, 2009, en la medida en que el caudal era reducido desde el valor máximo (100 %) al mínimo evaluado (40 %), el diámetro volumétrico mediano de las gotas decrecía un 5,4 % para pastillas de abanico plano, un 9,8 % para conos huecos y un 9,9 % para conos llenos.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el desempeño del sistema PWM desarrollado en el instituto de ingeniería rural mediante la caracterización de la pulverización realizada.

Materiales y Métodos

Para lograr una correcta evaluación del desempeño del sistema de PWM se planteó la caracterización de la pulverización realizada por el mismo para distintos porcentajes en la relación de apertura/cierre de la electroválvula. En particular se trabajó midiendo el caudal erogado, evaluando el diagrama de distribución resultante y el tamaño de gota producido. Los ensayos se realizaron en las instalaciones del Instituto de ingeniería rural, en Castelar provincia de Buenos Aires, en el laboratorio de protección de cultivos. La pastilla utilizada fue de marca teejet abanico plano 8002. Para determinar el caudal erogado y la distribución de la pastilla se utilizó un banco de distribución construido por perfiles de aluminio bajo la norma ISO 5682/1 con 60 canaletas y se realizaron 2 repeticiones para la distribución y 5 para el caudal. La boquilla se colocó a 0,7 metros del borde del banco y la presión de trabajo se estableció en 3 bar. En lo concerniente a la medición del tamaño de gotas, se utilizó el túnel de viento del instituto al cual se le instaló el dispositivo PWM y se utilizaron tarjetas hidrosensibles de la marca Syngenta. Las tarjetas fueron colocadas en el túnel de viento a una distancia de 0.2 m entre si y la velocidad de avance del carro pulverizador fue de $16,4 \text{ kmh}^{-1}$. Se realizaron 3 repeticiones de siete tarjetas para cada valor del PWM analizado. Las tarjetas fueron digitalizadas mediante un escáner, utilizando las siguientes características: Resolución 1200 dpi, imagen de mapa de bits (*.bmp). Con posterioridad a su digitalización se utilizó el programa de conteo de impactos Spray X desarrollado en el IIR. Los resultados se procesaron estadísticamente mediante Análisis de Varianza. Cuando se detectaron diferencias significativas a causa de algún tratamiento, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significación del 5%. Para la determinación de los espectros de distribución se realizaron los diagramas correspondientes a fin de obtener las representaciones gráficas para cada una de las posiciones del PWM, graficando ambas repeticiones y los valores medios. Los valores de PWM evaluados fueron 100, 90, 70, 50, 30 y 10 % del caudal nominal de la boquilla para el caudal erogado y el diagrama de distribución y de 30, 50, 70, 90 y 100% para el tamaño de gotas.

Resultados y Discusión

En los gráficos de la figura 1 se puede observar las distribuciones obtenidas en las diferentes posiciones del equipo PWM mostrando pequeñas variaciones en todos los porcentajes evaluados pero dentro de la distribución normal de la pastilla utilizada.

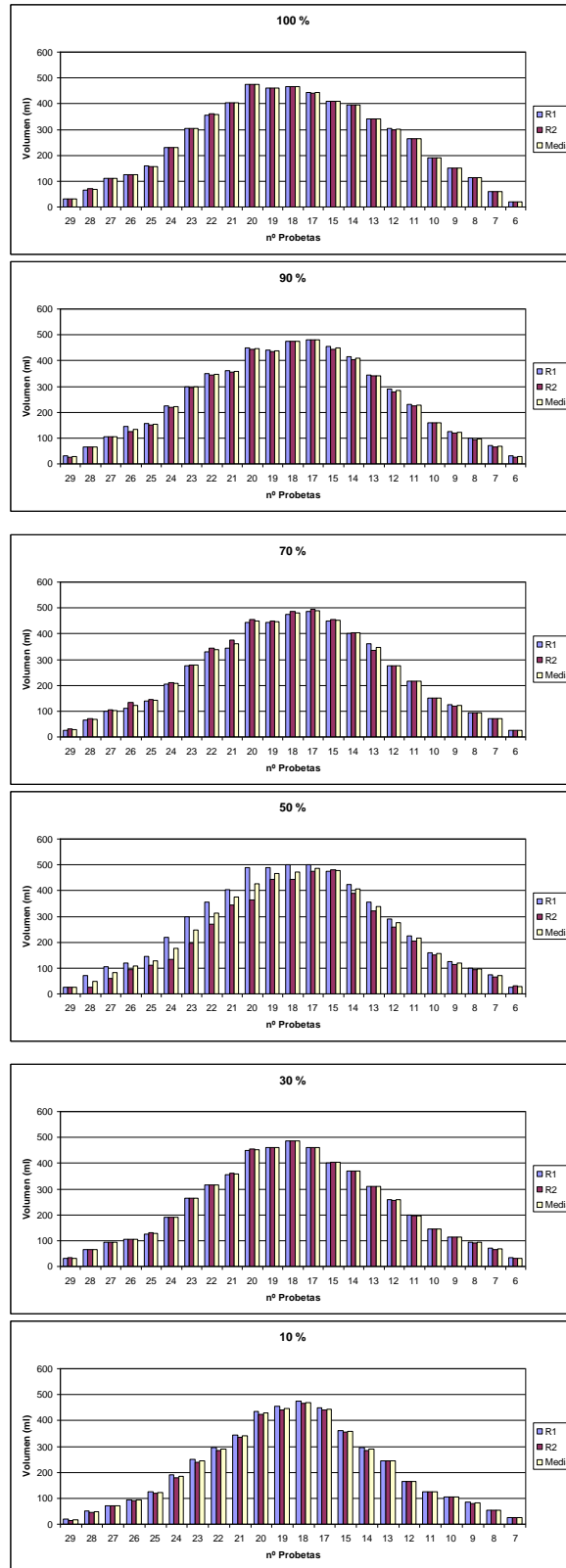


FIGURA 1. Diagramas de distribución para valores de 100, 90, 70, 50, 30 y 10% del PWM.

En la figura 2 se puede observar las medias e intervalos de confianza del análisis de caudal entregado por la pastilla para las diferentes posiciones del PWM. Como se

puede apreciar, el dispositivo se comportó adecuadamente, modificando el caudal en función al valor seleccionado del PWM.

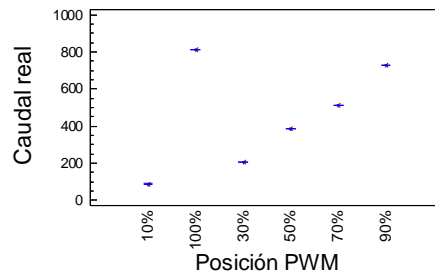


FIGURA 2. Análisis de Caudal: Medias e intervalos de confianza (95%) para cada posición evaluada.

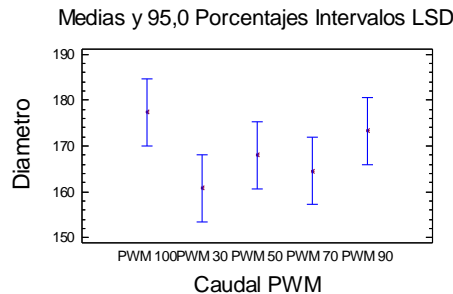


FIGURA 3. Análisis de tamaño de gota: Medias e intervalos de confianza (95%) para cada posición evaluada.

En lo concerniente al análisis del tamaño de gota, en la figura 3 se puede observar la representación de las medias y sus correspondientes desvíos para las diferentes posiciones del PWM.

Analizando los valores de los resultados del tamaño de gotas se observa que el diámetro varía levemente pero no se obtienen diferencias estadísticamente significativas para las distintas posiciones del PWM ensayadas. La máxima diferencia registrada entre las posiciones analizadas es de aproximadamente 17 micrones lo cual no alteraría significativamente la calidad de aplicación de la boquilla.

Conclusiones

En el análisis del caudal el dispositivo modificó la erogación de la boquilla en relación a la posición seleccionada. Los diagramas de distribución no sufrieron modificaciones atribuibles al dispositivo evaluado y el diámetro de los impactos se mantuvo constante indicando que la presión de trabajo no afectó esta variable.

Referencias

- BRAGACHINI M, MÉNDEZ A., SCARAMUZZA F., VILLARROEL D., VÉLEZ J.P. 2007. Proyecto Agricultura de Precisión – Actualización Técnica N° 7 — EEA INTA Manfredi – Ediciones INTA.
- DAMMER K.H., WARTENBERG G. 2007. Sensor based weed detection and application of variable herbicide rate in real time. *Crop Protection* 26 – 270/277
- DENG WEI, HE XIONGKUI, DING WEIMIN: 2009 - Droplet size and spray pattern characteristics of PWM-based continuously variable spray. 8 March, 2009 *Int J Agric & Biol Eng Open Access* at <http://www.ijabe.org> Vol. 2 No.1
- GERHARDS R., OEBEL H. 2006. Practical experiences with a system for site specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. *European Weed Research Society – Weed Research – 2006 Vol 46 pp 185-193.*
- HAN S., HENDRICKSON L.L., NI B., ZHANG Q. 2001. Modification and Testing of a Commercial Sprayer with PWM Solenoids for Precision Spraying 2001 *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 17(5): 591–594. American Society of Agricultural Engineers ISSN 0883–8542.
- HEEGE H., THIESSEN E. 2002. On the go sensing for site specific nitrogen top dressing. ASAE paper N° 021113 in ASAE Meeting Presentation – Chicago – Illinois-USA – 28 al 31 de Julio de 2002.
- HEAP J., TRENGOVE S. 2008. Site specific weed management (SSWM) – weed mapping and patch spraying. South Australian Research and Development Institute (SARDI) Adelaide – SA - Australia-
- LAMASTUS-STANFORD F.E., SHAW D.R. 2004. Evaluation of site specific weed management – Implementing the Herbicide Application – Decision support system (HADSS)- *Precision Agriculture* 5 pp 411-426 – Kluwer Academic Publisher – Netherlands.
- LUND IVAR. 2008. Aspects of droplets formation, targeting and effects in precision pesticide application. (Abstract). Institut for Jordbrugsvidenskab – Denmark –
- Mc MULLIN ERIC. 2008. Prevent Drift with PWM Sprayer. www.CaliforniaFarmer.com - October 2008
- MOLTONI A., MOLTONI L. 2005. Pulverización selectiva de herbicidas. Implicancias tecnológicas y económicas de su implementación en la Argentina -CADIR 2005 – Villa de Merlo – San Luis – Argentina.
- NORDMEYER H. 2006. Patchy weed distribution and site specific weed control in winter cereals. *Precision Agriculture* 2006 Vol 7 pp 219-231.
- PIERCE R., Ayers P.D., 2001. Evaluation of deposition and application accuracy of a Pulse Width Modulation variable rate field sprayer. ASAE Paper n° 01-1077 in ASAE Annual Meeting Presentation— Sacramento – California – USA.
- TIAN L., REID J.L., HUMMEL J.W. 1999. Development of a precision sprayer for site specific weed management. *Transactions of the ASAE – Vol 42 – pag 893-900.*
- WILLIAMS M, GERHARDS R., MORTENSEN D. 2000. Two year weed seedling population responses to a post emergent method of site specific weed management. *Precision Agriculture* 2 pp 247-263 –Netherlands.