

## Distribución volumétrica de la boquilla de pulverización XR11003

Cristiano E. Voll<sup>1</sup> Javier A. Vásquez-Castro<sup>2</sup>

Casimiro D. Gadanha Jr.<sup>3</sup> Patricia de L. Lino<sup>4</sup>

### RESUMEN

VOLL CE, VÁSQUEZ-CASTRO JA, GADANHA Jr CD, LINO PL. 2006. *Distribución volumétrica de la boquilla de pulverización XR11003. Rev. perú. Entomol. 45.*- La utilización de boquillas de pulverización de buena calidad, que proporcionen cobertura homogénea, es fundamental para obtener una aplicación eficiente de pesticidas, minimizando perjuicios al hombre y el ambiente. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la distribución volumétrica de la boquilla hidráulica de pulverización tipo abanico XR11003, bajo diferentes presiones de trabajo y alturas de barra. En laboratorio, se determinó el caudal real, distribución volumétrica y coeficiente de variación en la franja de deposición de tres unidades seleccionadas aleatoriamente. Las unidades estudiadas no cumplieron con las normas internacionales de calidad, debiendo alterarse las condiciones operacionales recomendadas por el fabricante para obtener una adecuada pulverización.

Palabras clave: Coeficiente de variación, control químico, resistencia de plagas, tecnología de aplicación.

### SUMMARY

VOLL CE, VÁSQUEZ-CASTRO JA, GADANHA Jr CD, LINO PL. 2006. *Volumetric distribution of the spray nozzle XR11003. Rev. perú. Entomol. 45.*- The use of good quality nozzles which give homogeneous coverage, is essential to obtain efficient pesticide spraying, and reduce damage to applicators and the environment. The goal of this work was to evaluate the volumetric distribution of the hydraulic fan nozzle XR11003, under various work pressures and boom heights. In laboratory, we determined the real flow, volumetric distribution, and variation coefficient in the deposition band of three units selected at random. The investigated units did not fulfill international quality norms, needing alteration of the operational conditions recommended by the manufacturer to obtain adequate sprays.

Key words: Application technology, chemical control, pest resistance, variation coefficient.

### Introducción

Los pesticidas constituyen algunos de los insumos más importantes en sistemas modernos de producción agrícola y frecuentemente representan la primera medida de control en situaciones de irrupción de plagas. La utilización de éstos en programas de manejo integrado de plagas está condicionada a la evaluación de campo y disponibilidad de umbrales de acción (ZALOM 2001). Sin embargo, a pesar de cumplir con estas condiciones, a menudo los pesticidas son aplicados inadecuadamente, produciéndose

fallas en el control de plagas. Este problema crea la necesidad de repetir las aplicaciones, aumentando el riesgo de intoxicación del agricultor, contaminación de los alimentos y el ambiente, y tornando el cultivo económicamente insostenible (VÁSQUEZ-CASTRO 2004). Fallas en el control de una plaga no siempre implican problemas de resistencia, pues se conoce muy poco sobre el efecto de la variación de depósito del pesticida en la evolución de este fenómeno (PRAAT *et al.* 1996).

La variación cuantitativa del pesticida en el área tratada puede ser evaluada por su cantidad en puntos específicos, la misma que es expresada como "coeficiente de variación" (CV). Algunos factores que pueden contribuir para el aumento del CV son boquillas de baja calidad de fabricación, boquillas desgastadas y dañadas, y boquillas mal instaladas (en altura y distanciamiento) en la barra de pulverización, provocando problemas de sub- o sobredosis de pesticidas (CHRISTOFOLETTI 1993). La distribución del volumen a lo largo de la franja de deposición de una boquilla de pulverización raramente es

Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. E-mail: [elemarcv@aol.com](mailto:elemarcv@aol.com)

Departamento de Entomología y Fitopatología, Universidad Nacional Agraria "La Molina", Apartado 456, Lima-100, Perú. E-mail: [jaque@lamolina.edu.pe](mailto:jaque@lamolina.edu.pe)

Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. E-mail: [cdgadanh@esalq.usp.br](mailto:cdgadanh@esalq.usp.br)

Departamento de Agronomía, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [plyra@yahoo.com.br](mailto:plyra@yahoo.com.br)

uniforme. La desuniformidad de distribución del volumen aplicado crea la necesidad de usar altas dosis para proveer una cantidad suficiente de pesticida en los puntos de baja deposición (SARTORI 1975). Un CV en el padrón de deposición >10 % proporciona una pulverización de cobertura inadecuada (UNDERWOOD & WINFIELD 1990). Para el Comité Europeo de Normalización, el CV máximo admitido es de 7 % para altura de barra y presión indicada por el fabricante y 9 % para las demás alturas y presiones (Norma prEN 12761-2; ECS 1997).

Para la determinación de la calidad de una boquilla son necesarios algunos parámetros en conjunto, como la distribución volumétrica y su uniformidad de caudal. Las variaciones en estos parámetros pueden deberse a fallas en el proceso y control de calidad adoptado para su fabricación (SIQUEIRA 1981). Las boquillas tipo abanico pueden ser de deposición continua cuando la distribución del líquido en la franja de deposición es uniforme, y discontinua cuando la deposición es mayor en el centro de la franja, disminuyendo simétricamente hacia los bordes. Con el uso de boquillas de deposición discontinua, recomendado para ser usado en serie, montado en barra, los chorros se superponen en los bordes, corrigiendo la discontinuidad (MATUO 1990).

El uso de boquillas con características que garanticen una buena cobertura y distribución del pesticida es de suma importancia para el control químico eficiente de las plagas. Así, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar las características técnicas de la boquilla hidráulica de pulverización tipo abanico XR11003, de deposición discontinua, disponible en el mercado, bajo diferentes presiones y alturas de trabajo.

### *Material y métodos*

Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de Aplicación de Productos Fitosanitarios, del Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Brasil.

Fueron evaluados tres unidades de la boquilla de pulverización XR11003 de deposición discontinua, adquiridas en el mercado local y escogidas aleatoriamente. Para la ejecución de los experimentos se utilizó una mesa de ensayo para análisis de la distribución volumétrica transversal de boquillas de pulverización, padronizada de acuerdo con la norma ISO 5682/1 (ISO 1986). La mesa posee 3,5 m de largo y 3,0 m de ancho. La superficie superior de impacto presenta canaletas,

con ancho de 0,025 m, posicionada con pendiente de 5 % y conteniendo una probeta de 250 ml de capacidad para cada canaleta (Figura 1).

Para la caracterización de la boquilla se utilizó agua como substrato de pulverización, siendo evaluados los parámetros de caudal real y distribución volumétrica de cada unidad a presiones de 103,4; 206,8; 310,3 y 413,7 kPa. Para la obtención del caudal real correspondiente a cada boquilla en las presiones de trabajo, se recolectó durante 60 seg el volumen en un recipiente plástico, seguido de pesaje en balanza de precisión. Con el fin de determinar la distribución volumétrica, las unidades fueron montadas individualmente en una barra porta-boquillas con ángulo de 90° con relación a la mesa de ensayo. El tiempo de recolección para el estudio de la distribución volumétrica fue establecido hasta que alguna de las probetas alcanzara el volumen de 230 ml, el mismo tiempo siendo utilizado para las demás repeticiones. Se trabajó con altura de barra de 40, 50 y 60 cm con relación a la mesa de ensayo. Después de determinar las curvas individuales de distribución volumétrica, se simuló la constitución de barras de pulverización con diferentes distanciamientos entre boquillas.

El análisis de los datos fue realizado a través del análisis de variancia, utilizándose un modelo matemático para el delineamiento enteramente aleatorizado en esquema factorial con tres repeticiones y utilizado el Test F para medir la significancia de los factores (presión, altura, boquilla e interacciones), para lo cual se utilizó el programa estadístico SAS .

### *Resultados y discusión*

El caudal fue influenciado por la presión de trabajo. La variación entre el caudal real y nominal estuvo dentro del límite aceptable para las tres unidades, con excepción de la boquilla 3 a la presión de 103,4 kPa, con la que se obtuvo un caudal 5,9 % superior al nominal (Tabla 1). Según OMS (1976), el límite de variación de caudal de una boquilla de pulverización de buena calidad es de + 4 % con relación al caudal nominal indicado por el fabricante. Las diferencias por encima o debajo de este valor indican fallas en el proceso de fabricación de la boquilla y su utilización en campo comprometería severamente la eficiencia del pesticida en el control de la plaga, pues tal variación afectaría la distribución volumétrica. Otro problema es el incremento del volumen de pulverización, con consecuente aumento de la cantidad utilizada de pesticida y número de reabastecimientos del tanque de pulverización, lo que se traduce en perjuicio económico para el productor.

En el estudio de la distribución volumétrica se observó que ésta fue grandemente influenciada por la unidad de boquilla, presión de trabajo, y altura de la barra (Tabla 2). Las unidades estudiadas presentaron CV distintos, limitando su uso en asociaciones en barra. A menudo el productor realiza la calibración del equipo de pulverización en función a la información técnica ofrecida por el fabricante de boquillas, que no siempre es válida para todas las unidades utilizadas. Con frecuencia se responsabiliza exclusivamente a los pesticidas por las fallas en el control, sin considerar el factor "tecnología de aplicación", que es determinante para el éxito del control químico. De las tres unidades estudiadas, la que presentó menor CV en la franja de deposición fue la #1, con un valor de CV de 71 %. La diferencia en la distribución volumétrica de las boquillas probablemente se debió a irregularidades en el orificio de pulverización.

En la simulación de barras de pulverización montadas con unidades idénticas a la boquilla #1, se observó que el CV fue influenciado por la presión de trabajo, altura de barra y distanciamiento entre boquillas (Figura 2). A partir de la recomendación del fabricante, de 50 cm de altura de barra y 50 cm de distanciamiento entre boquillas, apenas la presión de 310,3 kPa ofreció un CV dentro del límite establecido por las normas internacionales (7 %). Los resultados muestran que para este modelo de boquilla hay la necesidad de alterar las características operacionales recomendadas por el fabricante, tanto en la altura de barra como en el distanciamiento entre boquillas, para que las variaciones en la franja de deposición se reduzcan. Estos resultados coinciden con los obtenidos por GALLI & ARRTJDA (1985) quienes sugieren que los distanciamientos recomendados para las boquillas de pulverización sean revisados y calculados en función de la mayor uniformidad de deposición volumétrica posible.

La falta de uniformidad en la deposición de pesticidas ocasionará áreas con sub- y sobredosis en los campos tratados, lo que podría provocar una importante presión de selección sobre la plaga, comprometiendo seriamente los programas de manejo de resistencia. Actualmente existe polémica con relación a las dosis recomendadas de pesticidas, pues algunos investigadores sostienen que mejorando la tecnología de aplicación es posible reducir las dosis, ya que se ha

comprobado una gran pérdida de estos productos durante la pulverización de diversos cultivos (FERNANDES 1997, CHAIM *et al.* 1999, 2000, SCRAMIN *et al.* 2002). Aparentemente, la industria química estaría sobreestimando las dosis recomendadas de pesticidas, para evitar problemas de pérdida de eficacia por la baja calidad de pulverización. En términos generales, existe tendencia a reducir el volumen de caldo en las aplicaciones fitosanitarias, para la disminución de costos y el aumento de la eficiencia de pulverización, lo que es posible mediante el uso de boquillas que proporcionen una distribución transversal y un espectro de gotas uniformes.

Finalmente, existen muchas publicaciones sobre control químico de plagas en condiciones de campo, que no ofrecen detalles sobre el método de aplicación utilizado, mencionando apenas el ingrediente activo, el producto formulado, y a veces el volumen de caldo por hectárea, pero sin adecuada información de otros aspectos importantes, como son el tipo de boquilla, presión de trabajo, ángulo de pulverización y calidad de pulverización (MATTHEWS 2004). Tal carencia de información hace difícil comparar los resultados obtenidos en diferentes publicaciones.

### *Conclusiones y recomendaciones*

Las unidades estudiadas de la boquilla de pulverización XR11003 **no** cumplieron con las normas internacionales de calidad.

Es necesario alterar las condiciones operacionales recomendadas por el fabricante para obtener una adecuada pulverización.

Se recomienda realizar estudios de distribución volumétrica transversal para las boquillas de pulverización a ser utilizadas en experimentación, seleccionándose aquellas de mayor uniformidad en la deposición a fin de obtener una mejor distribución del pesticida. Se debe proporcionar mayor información sobre la "tecnología de aplicación" utilizada en experimentos de control químico de plagas bajo condiciones de campo.

*Agradecimientos.*- A la Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, y a la Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima, por las facilidades prestadas para la ejecución del presente trabajo.



FIGURA 1.- Mesa de ensayo para análisis de la distribución volumétrica transversal de boquillas de pulverización.

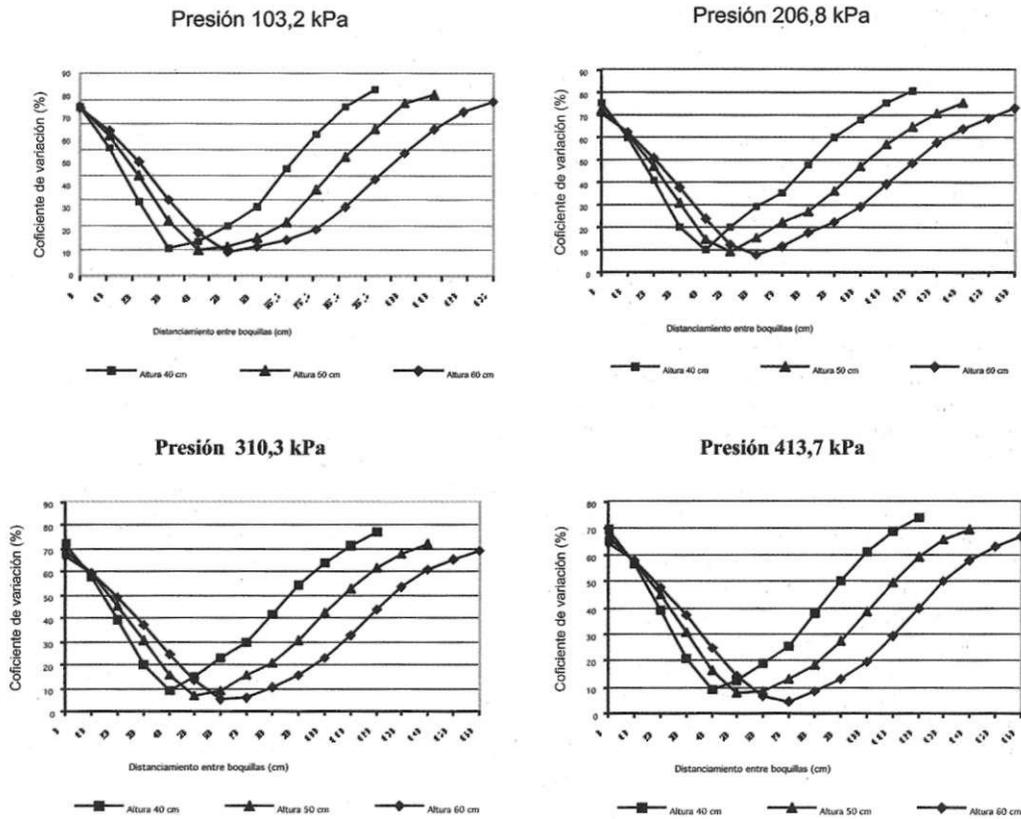


FIGURA 2.- Coeficiente de variación en la distribución volumétrica conjunta de la boquilla de pulverización XR11003 bajo diferentes condiciones operacionales.

TABLA 1.- Caudal real y nominal de la boquilla XR11003 a diferentes presiones de trabajo.

Presión (kPa)	Caudal (L./min)			
	Boquilla 1	Boquilla 2	Boquilla 3	Nominal
103,4	0,70 (+2,9)*	0,67 (-1,5)*	0,72 (+5,9)*	0,68
206,8	0,98 (+2,1)*	0,95 (-1,0)*	1,00 (+4,2)*	0,96
310,3	1,22 (+3,4)*	1,16 (-1,7)*	1,21 (+2,5)*	1,18
413,7	1,38 (+ 1,5)*	1,33 (-2,2)*	1,38 (+1,5)*	1,36

\* Variación (%) con relación al caudal nominal indicado por el fabricante.

TABLA 2.- Análisis de variancia de la boquilla XR11003.

Efecto	G.L.	Valor F	Prob. F	Pr<F
Boquilla	2	17,68523	2,19E-08	<0,0001
Presión	3	110,3064	1,21E-69	<0,0001
Altura	2	78,3699	2,36E-34	<0,0001
Boquilla x presión	6	0,597223	0,732836	0,7328
Boquilla x altura	4	0,264566	0,900824	0,9008
Presión x altura	6	0,628899	0,707302	0,7073

#### Literatura

- Chaim A, Castro VLSS, Corrales FM, Galvao JAH, Cabral ORM, Nicoletta G. 1999. Método para monitorar perdas na aplicacao de agrotóxicos na cultura de tomate. *Pesq. agropec. bras.* 34(5): 741-747.
- Chaim A, Valarini PJ, Pió LC. 2000. Avaliacao de perdas na pulverizacao de agrotóxicos na cultura do feijão. *Pesticidas, Rev. Ecotoxicol. Meio Amb.* 10:13-22.
- Christofolletti JC. 1993. Bicos e acessórios de barra na cultura de soja. Sao Paulo, Spraying Systems do Brasil. 22 pp.
- ECS (European Committee for Standardization). 1997. Agricultural and forestry machinery - Sprayers and liquid fertilizer distributors - Environmental protection - Part 2: Low crop sprayers - prEN 12761-2:1997. Bruxelles, CEN. 17 pp.
- Fernandes HC. 1997. Aplicacao de defensivos agrícolas: Teoría da gota. *Engenharia na Agricultura (Vicos)*, Caderno Didático 24: 14 pp.
- Galli JC, Amida AC. 1985. Distribuicao volumétrica dos bicos pulverizadores JD14-2. *Pesq. agropec. bras.* 20(11): 1239-1244.
- ISO (International Organization for Standardization). 1986. Equipment for crop protection, ISO standards 5682/1/1981, pp. 358-371. Genève, ISO.
- Matthews GA. 2004. How was the pesticide applied?. *Crop Prof.* 23: 651-653.
- Matuo T. 1990. Técnicas de aplicacao de defensivos agrícolas. Jaboticabal, UNESP. 139 pp.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1976. Material de lucha contra los vectores. Genève, OMS. 186 pp.
- Praat JP, Manktelow D, Suckling DM, Maber J. 1996. Can application technology help to manage pesticide resistance?. *The New Zealand Plant Protection Society.* (<http://www.hortnet.co.nz/publications/nzpps/>)
- Sartori S. 1975. Consideracao a respeito da aplicacao de defensivo por via líquida. Ed. 3. Pompéia, Sao Paulo, Departamento de Engenharia. Máquinas Agrícolas Jacto. 30 pp.
- Scramin S, Chaim A, Young Pessoa MCP, Ferracini VL, Pavan LA, Alvarenga N. 2002. Avaliacao de bicos de pulverizacao de agrotóxicos na cultura do algodao. *Pesticidas, Rev. Ecotoxicol. Meio Amb.* 12:43-50.
- Siqueira EC. 1981. Distribuicao volumétrica na faixa de deposicao de alguns bicos pulverizadores hidráulicos. Monografía para Bachiller en Agronomía. Sao Paulo, Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias do Campus de Jaboticabal, UNESP. 81 pp.
- Underwood JA, Winfield RW. 1990. Spray pattern performance using a six nozzle patternator. *Pap. am. Soc. agrie. Eng.* 90:1005.
- Vásquez-Castro JA. 2004. Propuesta de manejo integrado de plagas del algodón en el valle del Santa, Ancash, Perú. *Rev. per. Ent.* 44:119-124.
- Zalom FG. 2001. Pesticide use practices in integrated pest management, pp. 275-283. In: Krieger RI (Ed.), *Handbook of Pesticide Toxicology*. Ed. 2. Vol.1. Toronto, Academic Press.