

# DEPÓSITO DEL CALDO DE ASPERSIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE BOQUILLAS EN DOS CULTIVARES DE SOYA EN EL ESTADIO V3

## EFFECT OF TYPES OF NOZZLES ON SPRAY DEPOSITION ON TWO SOYBEAN VARIETIES IN STAGE V3

Juana Villalba<sup>1\*</sup>, Dagoberto Martins<sup>2</sup>, Andreia Rodrigues<sup>1</sup>, Leonildo Alves-Cardoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estadual Paulista. Campus Botucatu. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento Producción Vegetal. Rua Jose Barbosa de Barros, 1780. C.P. 237. CEP 18610-307. Botucatu, SP-Brasil. (juanavil@adinet.com.uy). <sup>2</sup>Profesor Departamento Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Estadual Paulista. Campus Botucatu/SP. Brasil.

### RESUMEN

Se evaluaron las aplicaciones de diferentes tipos de boquillas de aspersión y diferentes volúmenes de aspersión en los depósitos del caldo de aspersión en estadio V3 en dos cultivares de soya. Los experimentos se realizaron en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UNESP- Botucatu/SP, Brasil. Las boquillas evaluadas fueron: abanico plano por aire inducido (AI 110015 a 150 L ha<sup>-1</sup>, AI 11002 a 200 y 250 L ha<sup>-1</sup>); doble abanico plano (TJ 60 11002 a 150, 200 y 250 L ha<sup>-1</sup>); cono hueco (TX 6 a 150, TX 8 a 200 y TX 10 a 250 L ha<sup>-1</sup>). Para evaluar el depósito del caldo sobre las plantas se adicionó el trazador Azul Brillante FD&C-1. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. La determinación del depósito en planta se realizó mediante la lectura de absorbancia del residuo del lavado en longitud de onda de 630 nm. Los datos se ajustaron a una curva de calibración y se transformaron a volumen de caldo depositado en mL. La relación de depósito por materia seca se ajustó a una curva de regresión (modelo de Gompertz). En el cultivar CD 208 el mayor depósito fue para los volúmenes mayores y para el tratamiento TX 8 200 L ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos de mayor uniformidad fueron todas las boquillas en el volumen de 150 L ha<sup>-1</sup> y la boquilla TJ60 para 200 L ha<sup>-1</sup>. En el cultivar CD 216 los mayores depósitos de caldo fueron los tratamientos AI a 200 y 250 L ha<sup>-1</sup> y TJ 60 a 250 L ha<sup>-1</sup>, y los tratamientos de mayor uniformidad fueron las boquillas TX 6 y TJ60 para volumen de 150 L ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Glycine max* (L.) Merrill, boquillas, depósito, tecnología de aplicación, volumen.

### INTRODUCCIÓN

El crecimiento del área sembrada del cultivo de soya [*Glycine max* (L.) Merrill] en Brasil ha sido constante en los últimos 5 años, especialmente en la región centro oeste del país, la cual en el

### ABSTRACT

The effect of application with different nozzle types and volume rates on spray deposition in the V3 stage of two soybean cultivars was evaluated. The experiments were conducted in the Facultad de Ciencias Agronómicas of the UNESP-Botucatu/SP. The nozzles evaluated were an air induced flat fan nozzle (AI 11015 at 150 L ha<sup>-1</sup>, AI 11002 at 200 and 250 L ha<sup>-1</sup>), a twin flat fan nozzle (TJ 60 11002 at 150, 200 and 250 L ha<sup>-1</sup>), and a cone nozzle (TX 6 at 150 L ha<sup>-1</sup>, TX 8 at 150 L ha<sup>-1</sup> and TX 10 at 250 L ha<sup>-1</sup>). To evaluate spray deposition on the plants, a tracer (Brilliant Blue FD&C-1) was added. The experimental design was random blocks with four replications. Deposition on plants was determined by absorbancy reading in 630 nm wavelength. The data were adjusted to a calibration curve and transformed into deposited spray volume in mL. The relationship deposition per unit of dry matter was adjusted to a regression curve (Gompertz model). In cultivar CD 208, the highest deposit was for the larger volumes and for the treatment TX 8 200 L ha<sup>-1</sup>. The most uniform treatments were all the nozzles with the volume 150 L ha<sup>-1</sup> and the TJ60 nozzle for 200 L ha<sup>-1</sup>. In cultivar CD 216, the greatest spray depositions were achieved with the treatments AI at 200 and 250 L ha<sup>-1</sup> and TJ 60 at 250 L ha<sup>-1</sup>, and the most uniform treatments were the TX 6 and TJ60 nozzles for the volume 150 L ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merrill, nozzles, deposition, application technology, volume.

### INTRODUCTION

Growth of the area cultivated under soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] in Brazil has been constant in the last 5 years, especially in the west-central region of the country, which contributed 47 % of the country's production in 2006-2007. Brazil is the second world producer of soybeans with a little more than 20 million ha and a production of 60 million t in 2007/2008 (Soja, Agriannual 2007)<sup>3</sup>. This increase in area and yield was preceded by an increase in the use of pesticides, up to 10 applications in crop post-emergence in some production systems. With so many

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Febrero, 2008. Aprobado: Junio, 2009.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 43: 465-473. 2009.

año agrícola 2006-2007 contribuyó con 47 % de la producción del país. Brasil es el segundo productor mundial de soja, con poco más de 20 millones ha cultivadas y una producción de 60 millones t en 2007/2008 (Soja, Agrarianual 2007)<sup>3</sup>. Este aumento en superficie y rendimiento fue precedido por un aumento en el uso de productos fitosanitarios, alcanzando en algunos sistemas de producción 10 aplicaciones en la post-emergencia del cultivo. Con tantas aplicaciones se requirió una tecnología de aplicación más precisa y segura para que los productos fitosanitarios puedan alcanzar el objetivo.

El éxito de una aplicación y la efectividad del control están directamente ligados a los siguientes factores: momento correcto de la aplicación, condiciones ambientales favorables, selección de boquillas, ajuste del volumen de caldo y relación entre tipo de objetivo a ser alcanzado y la forma de acción del producto fitosanitario.

En evaluaciones de boquillas del tipo abanico plano, abanico plano por aire inducido y de doble abanico plano, no hubo diferencias en el depósito del caldo de aspersión sobre la parte superior de las plantas de soja. Sin embargo sobre la parte inferior, con las boquillas del tipo abanico plano se obtuvo un mayor depósito. Pero no hubo efecto en el control de roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*) y la eficiencia del fungicida fue similar, con un incremento en la producción de 40 % con respecto al testigo sin tratar (Cunha *et al.*, 2006).

Armstrong-Cho *et al.* (2008 a) no observaron diferencias entre boquillas abanico plano, doble abanico plano y abanico plano con propulsión por aire inducido respecto a la penetración en el follaje de plantas de *Cicer arietinum* (L.) ni en la cobertura del caldo de aplicación; y tampoco afectaron el desarrollo de enfermedad causada por el patógeno *Ascochyta rabiei* (Pass.)

El volumen usado en una aspersión depende del modo de acción del producto usado, del grado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación. Hay una tendencia a reducir el volumen del caldo usado en las aspersiones; por tanto, el costo es menor y aumenta la capacidad operacional de los equipos de aplicación (Marochi, 1993; Lima y Machado, 2001). Cunha *et al.* (2006) no encontraron efectos significativos entre 115 y 160 L ha<sup>-1</sup> en el control de la roya asiática en plena floración del cultivo; sin embargo, encontraron mayor uniformidad en el volumen de 160 L ha<sup>-1</sup>, evaluada como la relación de los depósitos en la parte superior e inferior de las plantas. En soja hubo mayores índices de penetración del caldo a los 45 d

aplicaciones, more precise and safe application technology was required to enable these products to achieve their objectives.

The success of an application and the effectiveness of control are directly linked to the following factors: correct moment of application, favorable environmental conditions, nozzle selection, adjustment of the spray volume, and the relationship between the objective to be achieved and the mode of action of pesticides.

In evaluations of flat fan-type, air induced flat fan and double flat fan nozzles, no differences were found in spray deposition on the upper part of the soybean plants. However, on the lower part, with flat fan-type nozzles greater deposition was obtained. But there was no effect on the control of Asian blight (*Phakopsora pachyrhizi*), and fungicide efficiency was similar, with a 40 % increase in production relative to the untreated control (Cunha *et al.*, 2006).

Armstrong-Cho *et al.* (2008 a) did not observe differences among flat fan, double flat fan and air-induced flat fan nozzles in terms of penetration in the foliage of *Cicer arietinum* (L.) plants nor of spray application coverage; neither was the development of the disease caused by the pathogen *Ascochyta rabiei* (Pass.) affected.

The volume used in spraying depends on the mode of action of the product employed, the degree of crop development and application equipment. There is a tendency to reduce the volume used in spraying, and therefore, cost is lower and the operational capacity of the application equipment increases (Marochi, 1993; Lima and Machado, 2001). Cunha *et al.* (2006) found no significant effects between 115 and 160 L ha<sup>-1</sup> in the control of Asian blight during full flowering of the crop. However, they did find greater uniformity with 160 L ha<sup>-1</sup>, evaluated as the relationship between adaxial and abaxial deposition. In soybeans, higher penetration indexes of the spray were found 45 d post-emergence due to the increase in application volume (Bauer, 2002).

In controlling the disease caused by the fungus *Ascochyta rabiei*, the effect of spray volume depends on the severity of the disease. With high incidence of the disease, the best cover with the fungicide was obtained with high volumes (300 L ha<sup>-1</sup>), and severity of the disease decreased, with variations in different evaluated crops (Armstrong-Cho *et al.*, 2008 b).

Considering the above and given that in soybeans several applications of phytosanitary inputs are done to control insects and diseases, it is necessary to improve spraying technology. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the effects of different

<sup>3</sup> Soja, Agrarianual 2007: Anuário da Agricultura Brasileira. Ed. FNP. São Paulo, Brasil. pp: 451- 483.

post-emergencia debido al aumento de volumen pulverizado (Bauer, 2002).

En el control de la enfermedad causada por hongo *Ascochyta rabiei*, el efecto del volumen de aplicación depende del grado de severidad de la enfermedad. Con alta presión de la enfermedad la mejor cobertura con el fungicida se obtuvo con altos volúmenes ( $300 \text{ L ha}^{-1}$ ) y redujo la severidad de la enfermedad, con variaciones en los distintos cultivares evaluados (Armstrong-Cho *et al.*, 2008 b).

Considerando lo anterior y dado que en soya se realizan varias aplicaciones de insumos fitosanitarios para controlar insectos y enfermedades, es necesario mejorar la tecnología de aspersión. Por tanto, el objetivo de presente estudio fue evaluar los efectos de diferentes tipos de boquillas y de volúmenes de aspersión en el estadio V3 de dos cultivares de soya en el depósito del caldo de aspersión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Matología (NUPAM), Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP-SP), Brasil. Se sembraron los cultivares CD 208 (crecimiento determinado) el día 10/10/2005 y CD 216 (crecimiento indeterminado) el 24/10/2005, 0.45 m de distancia y sin limitantes de fertilización y manejo fitosanitario.

Los tratamientos (evaluación de las boquillas de aspersión) fueron: 1) boquilla AI de abanico plano con propulsión por aire inducido; 2) boquilla TJ, de doble abanico plano; 3) boquilla TX, de cono hueco; todas de fabricación de Spraying Systems. Todas las boquillas se evaluaron con aspersiones de  $150$ ,  $200$  y  $250 \text{ L ha}^{-1}$  para los dos cultivares. Las presiones de trabajo fueron: 1) boquilla AI,  $180 \text{ KPa}$  para los primeros volúmenes y  $320 \text{ KPa}$  para el volumen más alto; 2) boquilla TJ,  $120$ ,  $180$  y  $270 \text{ KPa}$  para los volúmenes  $150$ ,  $200$  y  $250 \text{ L ha}^{-1}$ ; 3) boquilla TX, de  $500 \text{ KPa}$  para todos los volúmenes, alterando las velocidades de desplazamiento para lograr los diferentes volúmenes.

Los tratamientos se aplicaron cuando los cultivares alcanzaron el estadio de V3, presencia en el tallo de tres hojas verdaderas, sin contar las hojas unifolioladas (escala Fehr *et al.*, 1971). En el cultivar CD 208 esto ocurrió el 12/11/2005, mientras que en el cultivar CD 216 fue el 19 y 20/11/2005. En ambos casos las aplicaciones se realizaron con una aspersora de mochila presurizada con  $\text{CO}_2$ , con una barra con cuatro boquillas distanciadas a  $0.5 \text{ m}$ . Al momento de las aplicaciones, las condiciones de humedad relativa del aire, temperatura y viento eran favorables.

Para evaluar los depósitos en las plantas se adicionó a las aspersiones un trazador de tipo alimenticio, Azul Brillante FD&C-1. La preparación del caldo se hizo diluyendo el trazador en agua destilada ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ ), según modificación de la descripción de Palladini *et al.* (2005). Luego de la aspersión, de cada tratamiento se retiraron en forma secuencial del surco central 25 plantas por repetición y se

types of nozzles and spray volumes on spray deposition in two cultivars of soybeans in stage V3.

## MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at NUPAM, Department of Plant Production, School of Agronomic Sciences, Universidade Estadual Paulista (UNESP-SP), Brazil. The cultivar CD 208 (determinate growth) was planted on October 10 2005 and CD 216 (indeterminate growth) on October 24, 2005, with  $0.45 \text{ m}$  between plants and without limitations of fertilizer or of phytosanitary management.

The treatments (evaluation of the spray nozzles) were 1) AI air induced propulsion flat fan nozzle; 2) TJ twin flat fan nozzle; 3) TX cone nozzle; all manufactured by Spraying Systems. All of the nozzles were evaluated with  $150$ ,  $200$ , and  $250 \text{ L ha}^{-1}$  spray volume for the two cultivars. The working pressures were 1) AI nozzle,  $180 \text{ KPa}$  for the first two volumes and  $320 \text{ KPa}$  for the largest volume; 2) TJ nozzle,  $120$ ,  $180$  and  $270 \text{ KPa}$  for the three volumes; 3) TX nozzle,  $500 \text{ KPa}$  for all of the volumes, altering displacement speeds to achieve the different volumes.

The treatments were applied with the cultivars reached stage V3: presence of three true leaves on the stem without counting the unifoliolate leaves (Fehr *et al.*, 1971, scale). This occurred in the CD 208 cultivar on November 12, 2005, while in the cultivar CD 216 it occurred on November 19 and 20, 2005. In both cases, the applications were performed with a back pack sprayer pressurized with  $\text{CO}_2$ , with a boom of four nozzles  $0.5 \text{ m}$  apart. At the moment of application, conditions of relative humidity, temperature and wind were favorable.

To evaluate the deposition on plants, a food colorant-type tracer, Brilliant Blue FD&C-1, was added to the spray. Preparation of the solution was done diluting the tracer in distilled water ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ ), according to the modification of the description by Palladini *et al.* (2005). After spraying, from each treatment 25 plants per replicate were removed sequentially from the central row and placed in individual plastic bags. In the laboratory the samples were washed with  $100 \text{ mL}$  distilled water to remove the tracer. The solution of this wash was placed in  $200 \text{ mL}$  plastic containers and stored at room temperature without light until absorbancy reading in the spectrophotometer.

The spray deposit was quantified with a GBC double axis visible UV spectrophotometer, model Cintra 20, for absorbancy reading in the wavelength of  $630 \text{ nm}$  (Palladini *et al.*, 2005). The absorbancy readings were adjusted to the calibration curve obtained previously, and to calculate the volume of spray deposition ( $\text{mL}$ ), the data were transformed with the following equation:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

where,  $C1$  = concentration of the spray solution ( $\text{mg L}^{-1}$ ) at the moment of application;  $V1$  = amount in  $\text{mL}$  deposited on the plants;  $C2$  = reading of the concentration of the sample ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ );  $V2$  = amount of distilled water used in the wash ( $100 \text{ mL}$ ).

The washed plants were placed in paper bags and dried in a forced-air oven at  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ; after  $72 \text{ h}$ , they were weighed to determine

colocaron en bolsas plásticas individuales. Em el laboratorio se lavaron las muestras con 100 mL de agua destilada para retirar el trazador. La solución de ese lavado se colocó en envases plásticos de 200 mL y se almacenó a temperatura ambiente y sin iluminación hasta la lectura de absorbancia en el espectrofotómetro.

La cuantificación del depósito del caldo se realizó con un espectrofotómetro de eje doble de UV- visible, marca GBC, modelo Cintra 20, para la lectura de absorbancia en longitud de onda de 630 nm (Palladini *et al.*, 2005). Las lecturas de absorbancia se ajustaron a la curva de calibración obtenida previamente y para calcular el volumen de caldo depositado (mL) los datos se transformaron con la ecuación:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

donde, C1=concentración del caldo (mg L<sup>-1</sup>) al momento de la aplicación; V1= cantidad en mL que se depositó en las plantas; C2= lectura de concentración de la muestra (500 mg L<sup>-1</sup>); V2= cantidad de agua destilada usada en el lavado (100 mL).

Las plantas lavadas se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron en una estufa de secado con ventilación forzada a 60 °C; a las 72 h se pesaron para determinar MS. El volumen del caldo depositado en cada planta fue relacionado con la MS respectiva. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de regresión, ajustado al modelo de Gompertz,  $Y = e^{A - e^{-(B - C \cdot X)}}$ , según Velini (1995), SAS (SAS Institute INC., Cary, NC, 2006). Se determinó la frecuencia acumulada en función de los depósitos del trazador y la frecuencia no acumulada de los depósitos, calculando la primera derivada de la frecuencia acumulada.

La comparación entre tratamientos se realizó respecto a la uniformidad de la aplicación, la cual fue por la amplitud de la curva de frecuencia no acumulada, dada por el parámetro "C" del modelo, la media, la moda como medida de máxima frecuencia en cada tratamiento y por los porcentiles de 1, 5 y 10 %, para comparar de la población que recibió menor cantidad de depósito.

Para comparar el depósito del caldo de aspersión en los dos cultivares se realizó un análisis conjunto de cultivares, se compararon las varianzas mediante la estimación de la varianza del error en cada cultivar y comparadas a intervalos de confianza al 95 %. Cuando las varianzas no fueron estadísticamente diferentes, se usó el modelo simplificado con varianza única, del procedimiento MIXED (SAS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La homogeneidad de varianzas de los depósitos en ambos cultivares evaluado con el procedimiento MIXED del SAS, permite comparar los depósitos de los cultivares (Cuadro 1).

El análisis comparativo del depósito del caldo de aspersión mostró diferencias estadísticas para los cultivares (Cuadro 2). Todos los tratamientos correspondientes a la boquilla AI de abanico plano con propulsión de aire

DM. The volume of the spray deposited on each plant was related with its respective DM. With the data obtained, a regression analysis adjusted to the Gompertz model, was performed,  $Y = e^{A - e^{-(B - C \cdot X)}}$ , following Velini (1995), SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, 2006). Accumulated frequency was determined in function of the tracer deposits, and the non-accumulated frequency of the deposits by calculating the first derivate of the accumulated frequency.

Treatments were compared with respect to application uniformity, which was by the amplitude of the non-accumulated frequency curve, given by the "C" parameter of the model, the mean, and the mode, as the measure of maximum frequency in each treatment and by the percentiles 1, 5 and 10 % to compare the population that received less deposition.

To compare the spray deposition in the two cultivars, a joint analysis of the cultivars was performed; variances were compared by estimating the error variance in each cultivar and compared at confidence intervals of 95 %. When the variances were not statistically different, the simplified model with a single variance from the MIXED procedure (SAS) was used.

## RESULTS AND DISCUSSION

The homogeneity of the variance of deposits in the two cultivars evaluated with the MIXED procedure of SAS allows comparison of the depositions on the cultivars (Table 1).

The comparative analysis of spray deposition showed statistical differences between cultivars (Table 2). All of the treatments corresponding to the AI flat fan nozzle with air-induced propulsion and the largest volumes of the double flat fan TJ nozzle and hollow cone nozzle had the highest deposits on the CD 216 cultivar (Table 2). The differences in deposition between cultivars in this stage of soybeans cannot be explained by different degrees of development or growth of the plants, as suggested by Gazziero *et al.* (2006), who found smaller deposits on more developed plants with more foliage, because the DM of the cultivars CD 208 and CD 216 was 0.82 and 0.81 g plant<sup>-1</sup>. Deposition on the CD 208 cultivar was greater with all of the larger volumes

**Cuadro 1. Parámetros estadísticos de la comparación de varianzas del volumen de deposito para el análisis conjunto de ambos cultivares.**

**Table 1. Statistical parameters of the comparison of variances of the deposition volume for the joint analysis of the two cultivars.**

Cultivar	Varianza	Intervalos de confianza	
		Inferior	Superior
CD 208	1518.2	925.6	2938.1
CD 216	3712.8	2263.7	7185.3

Probabilidad > 0.05.

inducido y los mayores volúmenes de la boquilla TJ de doble abanico plano y de cono hueco presentaron los mayores depósitos en el cultivar CD 216 (Cuadro 2). Las diferencias entre cultivares en el depósito en este estadio de soya, no se puede explicar por diferentes grados de desarrollo o crecimiento de las plantas, como sugiere Gazziero *et al.* (2006) quienes en plantas de mayor desarrollo y mayor cantidad de hojas encontraron menores depósitos sobre las plantas, porque la MS de ambos cultivares fue 0.82 y 0.81 g<sup>-1</sup> planta para el cultivar CD 208 y CD 216. El depósito en el cultivar CD 208 fue mayor en todos los volúmenes mayores y sin diferencia significativa con el tratamiento TX 8 200 L ha<sup>-1</sup>. Pero en el cultivar CD 216 los mayores depósitos de caldo fueron para los tratamientos de boquilla AI a 200 y 250 L ha<sup>-1</sup> y TJ 60 con 250 L ha<sup>-1</sup>.

El estudio de la regresión ajustada al modelo de Gompertz para ambos cultivares presentó ajustes significativos (R<sup>2</sup> > 0.967) para todos los tratamientos (Cuadro 3).

El análisis de las frecuencias acumuladas a través del parámetro C del modelo de Gompertz determina la curvatura de las Figuras 1 y 2, e indica que a mayores valores, menor dispersión de los datos de los depósitos. Por tanto en esa aplicación hubo baja variación en los depósitos unitarios, tomado planta a planta. En el cultivar CD 208 se obtuvo el mayor valor de C, indicando la mayor uniformidad de los depósitos por MS con el tratamiento de la boquilla TJ60 con 150 L ha<sup>-1</sup> y 200 L ha<sup>-1</sup>. En el cultivar CD 216, la mayor uniformidad en los depósitos correspondió a los tratamientos

**Cuadro 2. Depósito (μL g<sup>-1</sup> MS) para la aspersión en el estadio V3 de los cultivares de soya CD 208 y CD 216.**  
**Table 2. Deposition (μL g<sup>-1</sup> DM) for spraying in the V3 stage of the soybean cultivars CD 208 and CD 216.**

Boquilla aspersión	Volumen aspersión (L ha <sup>-1</sup> )	Cultivar			
		CD 208		CD 216	
AI 110015	150	183.90	Cd B <sup>†</sup>	359.09	bcA
AI 11002	200	254.08	Bc B	419.94	abA
AI 11002	250	347.47	A B	451.99	a A
TJ 60 11002	150	219.27	cdA	217.99	ef A
TJ 60 11002	200	208.75	cdB	319.44	cdA
TJ 60 11002	250	322.20	abB	434.82	a A
TX 6	150	170.46	d A	207.00	f A
TX 8	200	292.50	abA	275.27	deA
TX 10	250	298.69	abA	361.53	bcA
F cultivar				49.9 **	
F trat				15.2 **	
F cultivar X trat.				3.46 **	

<sup>†</sup> Valores con letras minúsculas diferentes en una columna y mayúsculas en una hilera, son diferentes (p≤0.05).

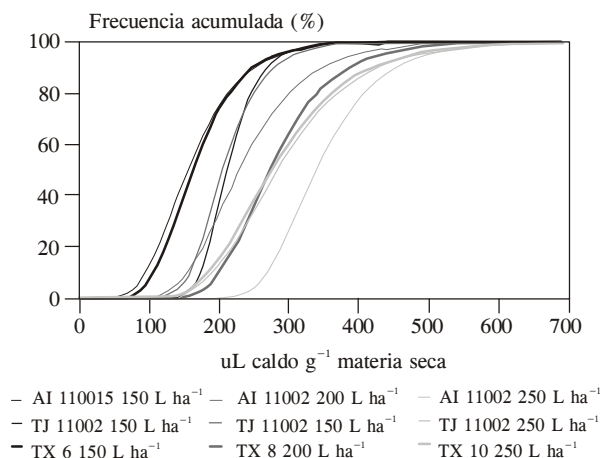
and were not significantly different from treatment TX 8 200 L ha<sup>-1</sup>. But in the cultivar CD 216, the largest spray deposits were for the treatments with the AI nozzle at 200 and 250 L ha<sup>-1</sup> and the TJ60 nozzle with 250 L ha<sup>-1</sup>.

The regression study adjusted to the Gompertz model for both cultivars had significant adjustments (R<sup>2</sup>>0.967) for all of the treatments (Table 3).

Analysis of the accumulated frequencies using the C parameter of the Gompertz model determines the

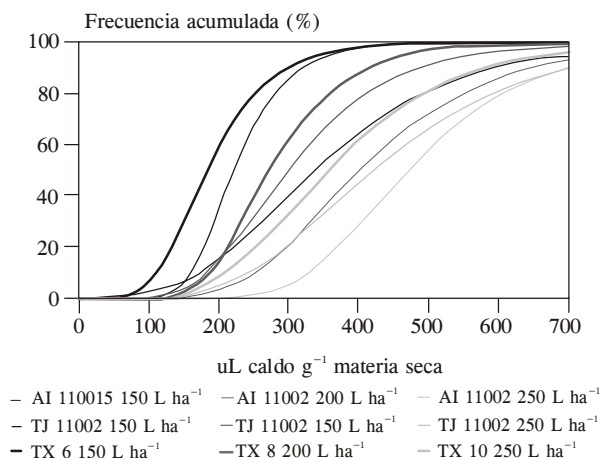
**Cuadro 3. Parámetros A, B, C y R<sup>2</sup> de la regresión ajustada al modelo de Gompertz.**  
**Table 3. Parameters A, B, C and R<sup>2</sup> of the regression adjusted to the Gompertz model.**

Boquilla de aspersión	Volumen (L ha <sup>-1</sup> )	A	B	C	R <sup>2</sup>	F Regresión
Cultivar CD 208						
AI 110015	150	4.605	-2.722	0.012	0.987	15429.8
AI 11002	200	4.605	-3.339	0.016	0.994	34595.5
AI 11002	250	4.605	-5.411	0.017	0.990	20741.8
TJ 60 11002	150	4.605	-6.457	0.032	0.990	20512.7
TJ 60 11002	200	4.605	-4.896	0.025	0.990	19874.2
TJ 60 11002	250	4.605	-3.327	0.013	0.996	44915.7
TX 6	150	4.605	-3.179	0.022	0.995	37554.5
TX 8	200	4.605	-4.211	0.017	0.992	25572.1
TX 10	250	4.605	-3.287	0.013	0.997	72561.7
Cultivar CD 216						
AI 110015	150	4.605	-2.073	0.007	0.988	17062.2
AI 11002	200	4.605	-2.754	0.008	0.991	22106.3
AI 11002	250	4.605	-3.549	0.008	0.966	5884.1
TJ 60 11002	150	4.605	-3.886	0.019	0.985	13333.3
TJ 60 11002	200	4.605	-2.664	0.010	0.993	27006.3
TJ 60 11002	250	4.605	-2.429	0.007	0.996	47377.3
TX 6	150	4.605	-2.634	0.016	0.983	11874.3
TX 8	200	4.605	-3.350	0.014	0.989	18873.3
TX 10	250	4.605	-2.581	0.008	0.987	15771.7



**Figura 1. Frecuencia acumulada de los depósitos del trazador g<sup>-1</sup> materia seca del cultivar CD 208.**

**Figure 1. Accumulated frequency of the depositions of the tracer g<sup>-1</sup> dry matter, cultivar CD 208.**



**Figura 2. Frecuencia acumulada de los depósitos del trazador g<sup>-1</sup> materia seca del cultivar CD 216.**

**Figure 2. Accumulated frequency of the depositions of the tracer g<sup>-1</sup> dry matter, cultivar CD 216.**

de las boquillas TX 6 y TJ60 para el volumen de 150 L ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos de mayor uniformidad correspondieron a los volúmenes bajos, contrario a lo reportado por Cunha *et al.* (2006), quienes observaron mayor uniformidad en la aspersión con los tratamientos de volúmenes más elevados. Los volúmenes más bajos se aplicaron con boquillas que determinan tamaño de las gotas de aspersión menores, y aunque no fue incluido en estudio, tal vez determinó una mejor cobertura.

Según Tofoli (2001)<sup>4</sup>, la media no es un buen estimador para comparar y evaluar depósitos de aplicaciones de productos fitosanitarios, debido a que es afectada por los valores extremos. Este autor menciona que el modelo de Gompertz es una buena herramienta, debido a que permite identificar aquellas boquillas de mayor uniformidad en el depósito al estudiar frecuencias acumuladas (Figuras 1 y 2) y no acumulada (Figuras 3 y 4).

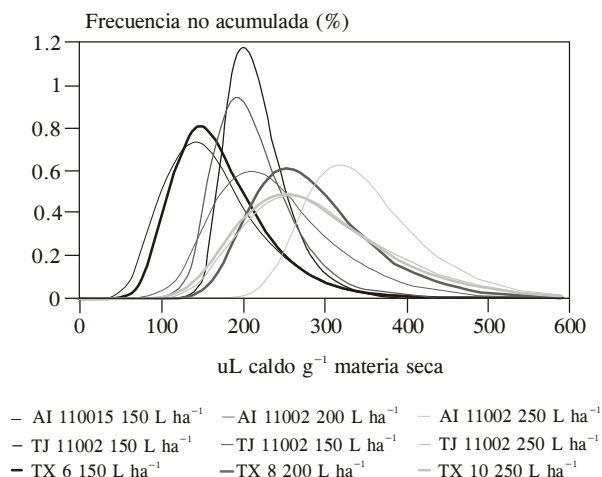
De acuerdo con Velini (1995), la curtosis de las curvas de frecuencias no acumuladas (Figuras 2 y 4), corresponde a la mayor uniformidad, indicando la menor cantidad de valores extremos. En el cultivar CD 208, las menores curtosis de las curvas correspondieron a los tratamientos para los menores volúmenes de aspersión y al tratamiento de la boquilla TJ60 200 L ha<sup>-1</sup>. Mientras que en el cultivar CD 216 la menor curtosis de la curva correspondió a los tratamientos de las boquillas TX 6 y TJ60 para 150 L ha<sup>1</sup>. Lo anterior

curvature observed in Figures 1 and 2, indicating that the higher the values, the less the dispersion of the deposition data. Therefore, in this application there was little variation in unitary depositions, plant by plant. The highest C value was obtained in the CD 208 cultivar, indicating the greatest uniformity of depositions per DM with the treatment TJ60 nozzle with 150 L ha<sup>-1</sup> and 200 L ha<sup>-1</sup>. The most uniform treatments corresponded to low volumes, contrary to reports by Cunha *et al.* (2006), who observed greater spray uniformity with treatments of larger volumes. The lowest volumes were applied with nozzles that emit smaller droplet size; although this was not included in the study, it may have determined better coverage.

According to Tofoli (2001)<sup>4</sup>, the mean is not a good estimator to compare and evaluate phytosanitary spray deposition because it is affected by extreme values. This author mentions that the Gompertz model is a good tool since it permits identification of those nozzles that deposit more uniformly by studying accumulated (Figures 1 and 2) and non-accumulated (Figures 3 and 4) frequencies.

According to Velini (1995), the kurtosis of the non-accumulated frequency curves (Figures 3 and 4) corresponds to the greatest uniformity, indicating a lower quantity of extreme values. In the CD 208 cultivar, the lowest curve kurtoses corresponded to those treatments with the smallest spray volumes and to the treatment TJ60 nozzle at 200 L ha<sup>-1</sup>, while in the CD

<sup>4</sup>Tofoli, G. R. 2001. Efeito do tamanho do alvo e condições operacionais sobre a uniformidade de deposição pulverizações em pré- emergência. Dissertação (Mestrado em Agronomia /Proteção de Plantas)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 62 p.



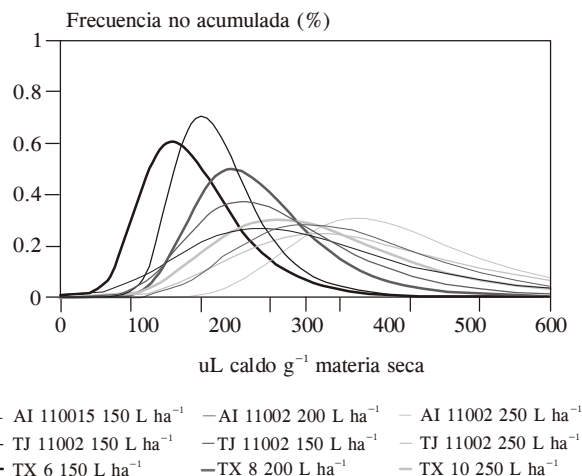
**Figura 3.** Frecuencia no acumulada de los depósitos del trazador g<sup>-1</sup> materia seca del cultivar CD 208.

**Figure 3.** Non-accumulated frequency of the tracer deposition g<sup>-1</sup> dry matter of the cultivar CD 208.

concuera con lo reportado por Martins (2004)<sup>5</sup>, de que los mayores volúmenes proporcionaron mayores heterogeneidades en el depósito.

En el cultivar CD 216, se constata en los depósitos unitarios (Figura 4) de los tratamientos de buena uniformidad (TX 6 y TJ60 para 150 L ha<sup>-1</sup>) un desplazamiento hacia la izquierda, indicando una importante asimetría de los datos de depósito de la aspersión. Estos resultados permiten discutir la importancia de la distribución de la aspersión para distintos productos fitosanitarios, como los productos de tipo de contacto que presentan una importante dependencia de la distribución de los depósitos.

La mediana, moda y los percentiles a 1, 5 y 10 (Cuadro 4) permiten destacar en ambos cultivares los tratamientos de las boquillas AI y TX con 150 L ha<sup>-1</sup>, como los de menor depósito en la proporción de la población (1, 5 y 10 %) que reciben menor cantidad de caldo (Cuadro 4). La comparación del depósito promedio, con la mediana y moda, permite verificar que en todos los casos los valores más frecuentes en la población de muestreo son menores a los promedios calculados. Este análisis es particularmente interesante para tecnología de pulverizaciones, donde la variación de los depósitos normalmente es muy amplia y comparar los resultados sólo mediante los promedios no refleja lo que sucede en la realidad.



**Figura 4.** Frecuencia no acumulada de los depósitos del trazador g<sup>-1</sup> materia seca del cultivar CD 216.

**Figure 4.** Non-accumulated frequency of the tracer deposition g<sup>-1</sup> dry matter of the cultivar CD 216.

216 cultivar, the lowest curve kurtosis corresponded to the treatments with the TX 6 and TJ60 nozzles at 150 L ha<sup>-1</sup>. This coincides with Martins (2004)<sup>5</sup> in that larger volumes cause greater deposition heterogeneity.

In the CD 216 cultivar, in the unitary deposits (Figure 4) of the treatments with good uniformity (TX 6 and TJ60 for 150 L ha<sup>-1</sup>), it is confirmed a left-skewed distribution, indicates an important asymmetry of the spray deposition data. These results make it possible to discuss the importance of the distribution of the spray for different pesticides, such as those contact types that depend greatly on the distribution of the deposits.

The median, mode and percentiles 1, 5, and 10 (Table 4) highlight the treatments with the AI and TX nozzles with 150 L ha<sup>-1</sup> in both cultivars as those with the least deposition in proportion to the population (1, 5 and 10 %) that receives the least spray. The comparison of average deposition with the median and mode verifies that in all the cases the most frequent values in the sample population are lower than the calculated averages. This analysis is particularly interesting for pulverization technology in which the variation in deposition is normally very broad, and comparing the results using only averages does not reflect what actually occurs.

<sup>5</sup> Martins, D. 2004. Deposição de calda de pulverização em cultivares de batata. Tese (Livre docente em Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 249 p.

**Cuadro 4. Valores de media, mediana, moda y percentiles al 1, 5 y 10 ( $\mu\text{L g}^{-1}$  MS). Botucatu/SP, 2005.**  
**Table 4. Mean, median, mode and percentiles at 1, 5 and 10 ( $\mu\text{L g}^{-1}$  DM). Botucatu/SP, 2005.**

Boquilla	AI 110015	AI 11002	AI 11002	TJ 60 11002	TJ 60 11002	TJ 60 11002	TX 6	TX 8	TX 10
Volumen ( $\text{L ha}^{-1}$ )	150	200	250	150	200	250	150	200	250
Cultivar CD 208									
Percentil 1	60.3	112.3	228.3	152.7	131.9	138.0	76.1	160.2	132.8
Percentil 5	82.1	138.9	253.6	166.0	148.8	171.0	95.9	185.9	165.3
Percentil 10	95.4	155.2	269.1	174.1	159.1	191.2	108.1	201.6	185.1
Media	183.9	254.1	347.5	219.3	208.8	322.2	170.5	292.5	298.7
Mediana	156.0	229.6	339.6	211.3	206.1	283.2	163.4	273.3	277.5
Moda	137.5	206.9	318.1	200.0	191.7	255.1	146.5	251.4	248.1
CV (%)	57.7	59.9	20.2	26.2	26.7	39.4	31.0	37.7	43.1
Cultivar CD 216									
Percentil 1	74.8	157.6	241.5	121.7	111.8	135.0	67.1	132.8	126.0
Percentil 5	133.8	212.9	292.9	143.9	154.1	199.4	93.2	164.1	177.5
Percentil 10	169.9	246.7	324.3	157.5	180.0	238.8	109.2	183.3	209.0
Media	359.1	426.4	452.0	218.0	319.4	434.8	202.0	286.6	361.5
Mediana	334.6	401.0	467.8	219.4	298.0	418.5	182.1	270.7	352.6
Moda	284.3	353.9	424.0	200.5	262.0	363.7	159.8	244.0	308.7
CV (%)	44.8	40.2	37.7	43.7	40.2	42.6	44.0	40.4	35.9

### CONCLUSIONES

El modelo de Gompertz proporcionó un ajuste adecuado para estudios de tecnología de aplicación, permitiendo el análisis de los datos de frecuencia acumulada de los depósitos del trazador Azul brillante por gramo de materia seca ( $\text{g}^{-1}$  MS) de soya.

Los mayores depósitos del caldo ( $\text{G}^{-1}$  MS) en los cultivares CD 208 e CD 216 correspondieron a los tratamientos con  $250 \text{ L ha}^{-1}$ . Se destaca la contradicción entre los parámetros de cantidad de depósito ( $\text{g}^{-1}$  MS) y la uniformidad de los depósitos unitarios, planta a planta, ya que los tratamientos de mayor uniformidad en el cultivar CD 208 fueron todos los tratamientos correspondientes a las boquillas para  $150 \text{ L ha}^{-1}$ , y la boquilla TJ60 para  $200 \text{ L ha}^{-1}$ . En el cultivar CD 216 los tratamientos donde la aspersión fue más uniforme fueron el de la boquilla TX 6 y TJ60 para  $150 \text{ L ha}^{-1}$ .

### LITERATURA CITADA

Armstrong-Cho, C., G. Chongo, T. Wolf, T. Hogg, E. Johnson, and S. Banniza. 2008 (a). The effect of spray quality on ascochyta blight control in chickpea. *Crop Protection* 27: 700-709.

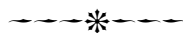
Armstrong-Cho, C., T. Wolf, G. Chongo, Y. Gan, T. Hogg, G. Lafond, E. Johnson, and S. Banniza. 2008 (b). The effect of carrier volume on ascochyta blight (*Ascochyta rabiei*) control in chickpea. *Crop Protection* 27:1020-1030.

### CONCLUSIONS

The Gompertz model provided an adequate adjustment for studies in application technology, allowing analysis of the accumulated frequency data of the depositions of the Brilliant Blue tracer per gram of dry matter ( $\text{g}^{-1}$  DM) of soybean plants.

The largest of the spray depositions ( $\text{g}^{-1}$  DM) in the cultivars CD 208 and CD 216 corresponded to the treatments with  $250 \text{ L ha}^{-1}$ . The contradiction between the parameters amount of deposit ( $\text{g}^{-1}$  DM) and uniformity of the unitary depositions, plant by plant, is underlined since the most uniform treatments in the CD 208 cultivar were all of the treatments with all of the nozzles for  $150 \text{ L ha}^{-1}$  and the TJ60 nozzle for  $200 \text{ L ha}^{-1}$ . In the CD 216 cultivar the most uniform treatments were with the TX 6 and TJ60 nozzles for  $150 \text{ L ha}^{-1}$ .

*End of the English version—*



Bauer, F. C. 2002. Distribuição e deposição da pulverização sob diferentes condições operacionais na cultura da soya (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 130 p.



- Cunha, J. P. A. R., E. F. Dos Reis, e R. O. Santos. 2006. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência Rural* 36 (5): 1360-6.
- Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood, and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 11: 929- 931.
- Gazziero, D. L. P., C. D. G. Maciel, R. T. Souza, E. D. Velini, C.E. Prete, e W. Oliveira Neto. 2006. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. *Planta Daninha* 24 (1): 173-181.
- Lima, P. R. F., e J. G. Machado Neto. 2001. Otimização da aplicação de fluazifop-p-butyl em pós-emergência na cultura da soja (*Glycine max*). *Planta Daninha* 19 (1): 85-95.
- Marochi, A. I. 1993. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. *In: Simpósio internacional sobre semeadura direta em sistemas sustentáveis.* 1993. Castro-PR. Anais, Castro-PR: Fundação ABC. pp: 208-227.
- Palladini, L. A., C. G. Raetano, and E. D. Velini. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agricola* 62: 440- 445.
- Velini, E. D. 1995. Estudos e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados a matología. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 250p.