

## DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE APLICACIÓN MÁS EFECTIVOS PARA LA LUCHA CONTRA *BEMISIA TABACI* Y *EMPOASCA* SPP. EN EL CULTIVO DEL FRIJOL

C. Hernández, M. Delgado, Marlene Veitia y J. A. Díaz

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a.B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

En la Estación Experimental de Sanidad Vegetal en Alquízar, La Habana, se realizaron los experimentos con el propósito de conocer la efectividad de diferentes parámetros de aplicación para el combate de *Empoasca* spp. en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 84 m<sup>2</sup>. El producto utilizado fue el metamidophos, de conocida efectividad sobre este tipo de insecto, a dosis de 0,6 kg/ha i.a. Para realizar las aplicaciones se utilizó una asperjadora terrestre provista con bomba tipo PO-11 de baja presión. Se evaluó la calidad de aspersión sobre las hojas, la efectividad técnica en el combate de la plaga y los rendimientos de la cosecha. En condiciones similares se realizó la generalización en la CPA Gilberto León, de San Antonio de los Baños, sobre un área de 0,5 ha por variante, y evaluando también la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). El método de aplicación de mayor efectividad resultó el de boquillas tipo B-20 cónica, con diámetro del orificio de salida de 1,6 mm, esquema de aspersión en forma de cortina, volumen de solución final entre 140-215 l/ha y velocidad de trabajo de 7,5 km/h, obteniéndose los mejores depósitos de ingrediente activo de plaguicida sobre las plantas y con mayor distribución de la cobertura de alta densidad de gotas, con efectividad significativa en la lucha contra *B. tabaci* y *Empoasca* spp., mayores rendimientos de la cosecha e incremento del rendimiento del equipo de aplicación de 73% y aumento de la ganancia en 77%.

Palabras claves: cobertura, esquemas de aspersión, volumen de solución final

### ABSTRACT

On Experimental Station of Plant Health in Alquízar, La Habana, experiments were realized with the purpose to know the effectuality of several applications parameters for the control of *Empoasca* spp. in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). A design of block at random, with four repetitions and parcels of 84 m<sup>2</sup> was used. Metamidophos was the product used; it has recognized effectuality against this insect at doses of 0,6 kg/ha a. i. To make the applications was used a terrestrial sprinkler, provided with a low-pressure bomb PO-11. The quality of aspersión over leaves, technical effectuality in pest control and harvest yields were evaluated. In similar conditions, generalization was realized in CPA "Gilberto León" of San Antonio de los Baños, over an area of 0,5 ha per variant and also evaluating white fly (*Bemisia tabaci*). Method of application more effective was conical stems type B-20, with exit orifice diameter of 1.6 mm, scheme of aspersión in curtain form, final solution volume between 140-215 l/ha and work velocity of 7.5 km/h, getting the better deposits of pesticide active ingredient on plants and with greater distribution of the cover of drop high density, with significant effectuality in fight against *B. tabaci* and *Empoasca* spp., greater harvest yields and increasing of yield to the application equipment of 73% and increase of the gaining in 77 %.

Key words: covering, aspersión schemes, final solution volume

### INTRODUCCIÓN

Los saltos de hojas (*Empoasca* spp.) que atacan al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se encuentran dentro de las plagas de mayor importancia económica que lo afectan, las cuales constituyen una enorme población de insectos durante casi todo el período vegetativo y desde que la plántula emerge. De manera similar se comporta la mosca blanca, la que ha provocado severos daños al cultivo en los últimos años, presentándose fuertes afectaciones con grandes daños al área foliar, al normal desarrollo y rendimientos del cultivo [Murguideo *et al.*, 1982].

Se cuenta con productos tanto químicos como biológicos para la lucha contra *B. tabaci* y *Empoasca* spp.; sin embargo, la efectividad de la aplicación en el combate de esta plaga no sólo depende del producto utilizado y su dosificación, sino de un método de aplicación que permita la obtención de depósitos suficientes de ingrediente activo de los plaguicidas sobre el cultivo, en correspondencia con las dosis utilizadas, lo que depende de los parámetros de aspersión más efectivos para la colocación y distribución del plaguicida en relación con su modo de acción y el comportamiento de la plaga, así como las características particulares de cada

cultivo, lo que, además, es importante para la obtención de resultados, tanto técnicos como ecológicos [Lerch, 1980; Folber, 1980; CIBA-Geigy, 1994].

Para los tratamientos con plaguicidas sobre el cultivo del frijol no se dispone de un procedimiento de aspersión, donde se precisen los volúmenes de aplicación que permitan alta calidad en las aplicaciones y buena efectividad biológica en la lucha contra las plagas, con alto rendimiento del equipo de aplicación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en la Estación Experimental de Sanidad Vegetal en Alquizar, La Habana, sobre suelo ferralítico rojo típico, bajo un diseño de bloque al azar con cuatro repeticiones y parcelas de ocho surcos con 84 m<sup>2</sup>. Se utilizó la variedad de frijol ICA-Pijao, sembrándose a 0,70 m entre surcos, y las labores de cultivo se realizaron en correspondencia con lo orientado en el instructivo técnico para dicho cultivo.

En condiciones semejantes de suelo se desarrolló la generalización en la CPA Gilberto León de San Antonio de los Baños, tomando una superficie de 0,5 ha para cada variante (Tabla 1).

Tabla 1. Variantes del experimento

Variantes	Esquema de aspersión	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Velocidad (km/h)	Volumen (L/ha)
1	1	10	4	250-400
2	1	10	7.5	140-115
3 (estándar)	2	10	3	343-1 030
4	Testigo sin tratar			

**Esquema 1:** Etapa 1 (hasta los quince días de la germinación) una boquilla/surco. Etapa 2 (a partir de los quince días de la germinación) en forma de cortina a 0,45 m entre boquillas.

**Esquema 2:** Etapa 1: una boquilla/surco. Etapa 2: tres boquillas/surco; dos laterales formando ángulo de 135° en relación con bajante.

El producto que se utilizó en las aplicaciones fue metamidophos 60% CE en dosis de 0,6 kg/ha i.a.

El método de evaluación para la determinación de la efectividad biológica sobre plagas (*Empoasca* spp.), así como el índice de infestación para la realización de las aplicaciones, se realizó por la metodología establecida [Murguido, 1982].

En los tratamientos se utilizó una máquina asperjadora integral con bomba de pistón de baja presión, de revolutor mecánico, tanque metálico con sistema de filtros

en la boca del tanque y a la salida de la bomba, utilizándose una boquilla cónica tipo B-20, de caudal promedio de 1,2 l/min y ángulo de los conos de aspersión con rango de 80-86°.

Las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana de ocho a once, con velocidades de viento de 0-3 m/s. Las aplicaciones fueron repetidas, siempre que la lluvia se presentara en el intervalo de tiempo de 24 horas posterior a la realización de la aplicación.

Para combatir la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se aplicó *Verticillium lecanii* 1,1 x 10<sup>8</sup> a dosis de 4 kg/ha.

La calidad de aspersión se determinó mediante la aplicación de colorante (anilina) al 1% en agua, usándose tarjetas colectoras de color blanco (Icromecotte). Para ello se colocaron seis tarjetas con tres niveles diferentes (superior, medio e inferior) de la planta, por el haz y envés de las hojas, en seis plantas de los seis surcos centrales de cada parcela, en línea recta, de forma transversal al paso de la asperjadora. Posteriormente las tarjetas se recolectaron para la realización de conteo de gotas al microscopio 32x en el laboratorio, considerándose como asperjado de baja densidad (menos de 100 gotas/cm<sup>2</sup>).

Los depósitos de sustancia activa del producto Carbaryl 85% pH a dosis de 2 kg/ha de i.a. fueron obtenidos de forma similar que la cobertura, con la diferencia de que se usó papel de filtro como muestra colectora de los depósitos sobre las plantas, las que finalmente fueron trasladadas al laboratorio físico-químico para la determinación de los valores de los depósitos, los que se expresan en microgramos por centímetro cuadrado de i.a. sobre la superficie de las hojas.

Los rendimientos se evaluaron mediante el pesaje de los granos de toda la parcela, excepto los surcos de borde.

Se realizó análisis de varianza a los resultados sobre depósitos, eficacia biológica y rendimientos, y cuando existió significación, las medias fueron comparadas por la dócima de Duncan (5% P).

El rendimiento del equipo de aplicación se determinó por el tiempo de trabajo efectivo en el turno, a través de la fórmula siguiente:

$$W = 0,1 B \cdot V \cdot T$$

donde:

W: rendimiento del equipo (ha/h)

B: ancho de trabajo del equipo (m)

V: velocidad de desplazamiento (km/h)

T: coeficiente de aprovechamiento del tiempo de trabajo dentro del turno

T es igual a la relación entre el tiempo de trabajo efectivo y el tiempo de trabajo total en el turno de seis horas, para lo cual se determina el tiempo consumido en cada labor, como llenado, traslado al campo, virajes, roturas, aplicación, etc.

Tabla 2. Distribución del asperjado sobre la planta de frijol

Variantes	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Volumen (l/ha)	Velocidad (km/h)	Asperjado de baja densidad			Distrib. (%)	Asperjado de alta densidad			Distrib. (%)	Asperjado con fomac. de escum. distrib. en (por ciento)	Distrib. (total %)
				Haz (gotas/cm <sup>2</sup> )	Favés (go- tas/cm <sup>2</sup> )	Promedio (gotas/cm <sup>2</sup> )		Haz (gotas/cm <sup>2</sup> )	Favés (gotas/cm <sup>2</sup> )	Promedio (gotas/cm <sup>2</sup> )			
1	10	258-400	4	64,0	35,0	49,5	26,4	398,3	220,5	304,4	65,3	8,3	100
2	10	140-215	7,5	70,0	15,2	42,6	32,6	332,3	332,5	282,4	67,4	0,0	100
Estándar 3	10	343-1030	4	36,0	26,6	18,3	12,5	260,5	180,9	220,7	54,2	33,3	100

Tabla 3. Distribución porcentual del asperjado en la etapa de generalización

Variante	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Volumen (l/ha)	Velocidad (km/h)	Asperjado de baja densidad			Distrib. (%)	Asperjado de alta densidad			Distrib. (%)	Asperjado en forma de escum. distrib. en (por ciento)
				Haz (gotas/cm <sup>2</sup> )	Favés (gotas/cm <sup>2</sup> )	Promedio (gotas/cm <sup>2</sup> )		Haz (gotas/cm <sup>2</sup> )	Favés (gotas/cm <sup>2</sup> )	Promedio (gotas/cm <sup>2</sup> )		
Nueva	10	140-215	7,5	72,0	14,0	43,0	32,2	330,1	225,2	277,6	63,6	4,2
Base	10	345-1030	4,0	38,0	8,5	23,2	29,3	263,4	180,2	224,3	46,3	24,2

Tabla 4. Eficiencia biológica porcentual y rendimiento de la cosecha en la lucha contra Empoasca spp.

Variantes	Eficiencia biológica (porcentual) que se obtuvo en las evaluaciones										Depósitos Microgramos/cm <sup>2</sup>		Rendim. (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	
1	94,40 a	96,50 a	100,00	98,90	99,70	99,70	92,80 a	97,70	99,60 a	98,00 a	7,40 a	7,45 a	1,63 ab
2	94,60 a	97,00 a	100,00	100,00	100,00	100,00	91,40 a	99,20	99,20 a	99,00 a	12,90 b	11,90 b	1,96 a
Estándar 3	86,60 b	94,00 b	94,20 ns	97,00	99,20 ns	99,20 ns	84,70 b	95,80 ns	93,38 b	95,00 b	5,60 a	6,61 a	1,80 bc
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20 c
C.V.	9,50	4,59	0,98	4,40	5,71	5,89	6,73	4,19	6,03	4,79	18,27	10,65	13,89
E.S.X	0,13	0,07	0,04	0,07	0,03	0,04	0,03	0,19	0,04	0,07	1,06	0,62	0,57

Letras diferentes denotan diferencia significativa por la dócima de Duncan para 5% P.

Tabla 5. Eficiencia biológica porcentual y rendimientos en la generalización contra *Empoasca* spp.

Variantes	Eficiencia biológica (%) que se obtuvo en las evaluaciones									Rendimientos (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nueva	84,20 a	87,2 a	90,4	87,5 a	84,5 a	87,5 a	95,2	90,0 a	89,7 a	1,8 a
Base	72,8 b	82,1 b	88,4 ns	83,9 b	79,3 b	80,3 b	92,0 ns	85,0 b	82,3 b	1,1 b
C. V.	8,30	5,00	6,70	5,30	6,20	6,10	6,00	5,01	5,02	9,03
E. S. $\bar{X}$	0,21	0,16	0,13	0,12	0,17	0,20	0,14	0,21	0,12	1,02

Tabla 6. Eficiencia biológica de los tratamientos y rendimientos de la cosecha en la generalización contra *B. tabaci* con producto biológico.

I	Eficiencia biológica (porcentual) de las diferentes evaluaciones						Rendimiento (t/ha)
		2	3	4	5	6	
Nueva	57,1 a	57,1 a	61,6 a	53,8 a	53,8 a	60,0 a	1,6
Base	28,5 b	42,8 b	53,8 b	46,1 ns	38,4 b	40,0 b	0,95 ns
C. V.	11,73	8,91	7,82	10,07	11,42	9,65	5,60
E. S. $\bar{X}$	1,56	1,47	0,86	0,75	1,06	1,14	0,68

Tabla 7. Rendimiento de la cosecha y del equipo de aplicación en el cultivo del frijol

Variantes	Rendimiento promedio de la generalización (t/ha)	Rendimiento del equipo (ha/h)	Incremento del rendimiento del equipo (%)	Ganancia por concepto de gastos complementarios (pesos/ha)
Base	1,02	1,5	---	380,70
Nueva	1,43	2,6	73	676,00

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de aspersión (cobertura) que se obtuvo en las aplicaciones sobre las plantas de frijol en todas las etapas del experimento (Tabla 2) muestra que el de asperjado con formación de lámina de escurrimiento (33,3%) fue comparativamente muy superior en la variante estándar número 3, de alto volumen de solución final (343-1 030 L/ha) en comparación con el resto de las variantes, lo que se manifestó en el transcurso del trabajo en forma similar, con pérdidas superiores de ingrediente activo del objetivo biológico o blanco de aplicación.

En consecuencia, el asperjado inadecuado o deficiente puede provocar considerables pérdidas de i.a., superiores incluso al 50%, como se ha demostrado en el cultivo de la papa [Hernández, 1985]. La Tabla 3 refleja cómo la variante nueva tiene una distribución de 63,6% de cobertura de alta densidad, muy superior a la variante base, de sólo 46,3% y distribución de escurrimiento sólo de 4,2%.

En la Tabla 4 se explica que, en correspondencia con el tipo de asperjado de alta formación de lámina de escurrimiento, la variante estándar tuvo los depósitos más bajos de i.a. sobre el follaje, con 5,60 y 6,67 microgramo/cm<sup>2</sup>. La variante 2, de reducidos volúmenes de solución final, arrojó los mayores depósitos y un alto rendimiento de la cosecha, todo lo cual corrobora lo planteado por otros autores en calidad de aplicación [Anónimo, 1978; Felber, 1980; Matthews, 1979].

A pesar de que no se presentaron altas infestaciones de *Empoasca tabaci* en este experimento, la variante estándar tuvo efectividad biológica significativamente inferior al resto de las variantes.

En las Tablas 5 y 6 se presentan los resultados de la eficiencia y rendimientos obtenidos en las etapas de generalización contra *Empoasca* spp. y *B. tabaci*. En ellas se corrobora de manera clara las ventajas del nuevo procedimiento de aplicación, se aprecia que los rendimientos en la cosecha siempre fueron superiores en la variante nueva de 140-215 L/ha y, sin embargo, se utilizaron las mismas dosis de producto que en la variante base, lo que pone claramente de manifiesto las ventajas de la utilización de los tratamientos por el método de aplicación con los parámetros de trabajo utilizados en la variante nueva.

Sin embargo, debemos además destacar en esta variante de mayor velocidad de trabajo (7,5 km/h) y reducido volumen de aplicación (140-215 L/ha), que en este caso se obtiene mayor productividad y más alto rendimiento del equipo de aplicación, lo que se aprecia en la Tabla 7, donde, además de la diferencia en el rendimiento promedio de cosecha de las dos generalizaciones, se aprecia mayor rendimiento del equipo de aplicación de 2,6 contra 1,5 ha/h, para un incremento de 73%, así como una ganancia por concepto de gastos complementarios de 676.00 pesos/ha, superior en un

77% a la variante base, lo que corrobora lo planteado por Matthews (1979).

El alto rendimiento del equipo en la labor de aplicación tiene doble significación en la protección fitosanitaria, ya que en primer lugar se puede cumplir en un plazo más breve de tiempo el programa de aplicación basado en la señal de aparición de la plaga, lo que posibilita la realización de los tratamientos en el momento oportuno, que juega un importante papel en el combate a tiempo de las plagas que, como la *Empoasca* spp. y *B. tabaci*, puede, en corto período de tiempo, causar fuertes daños al cultivo, y, en segundo lugar, a mayor productividad se incrementa el índice de aprovechamiento de trabajo efectivo dentro del turno, reduciéndose los costos por uso de la maquinaria por concepto de combustible, fuerza de trabajo, reparación y tratamiento del equipo, que corrobora lo planteado por Hernández (1985).

## CONCLUSIONES

- El nuevo procedimiento de aplicación basado en volumen de solución final de 140-215 L/ha, velocidad de trabajo de 7,5 km/h, esquema de aspersión de cortina con boquilla tipo B-20 de diámetro de 1,6 mm, situados a 0,45 m entre ellas sobre el aguilón, arrojó los mejores resultados en cuanto a calidad de aspersión (cobertura) y eficiencia biológica sobre las plagas, así como también se obtuvieron los mejores depósitos de ingrediente activo, significativamente superior a la variante base, sobre la superficie foliar del cultivo.
- La mayor velocidad de trabajo y reducido volumen hace más productiva la labor de aplicación (de 2,6 ha/h), incrementándose el rendimiento del equipo en 73% con un incremento de 77% de ganancia.

## REFERENCIAS

- Ciba-Geigy: *Curso sobre las técnicas de aplicación de productos agroquímicos* 1, 1994.
- Anónimo. *La aspersión de volúmenes reducidos. Project and Application* A.C. 6.21, Ciba-Geigy, Basle Switzerland, 1970.
- Dacter, E. I.: «Trends in Application Technology», *Autlook* 10 (7): 319-320, 1981.
- Derike, A.: «Nuevas técnicas en aceites agrícolas en el control integrado de plagas», *Phytoma* 102, España, 1998.
- Estévez, J.: «Nuevo equipo para la protección eficaz de las plagas y enfermedades a mínimas dosis de aplicación», *Phytoma* 102, España, octubre 1998.
- Ellis y Martin, L. R.; Jones y Grant: «Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas», ISCAH, 1985.
- Felber, H.: *Correct Selection of Droplet Size. Project and Application Services*. A. G. S-11, Ciba-Geigy, Basle Switzerland, 1980.
- García, J.: «Técnicas de control. Transferencia tecnológica. Aviación agrícola», *Phytoma* 109, España mayo, 1999.
- Hernández, C.; L. Gómez: «Efectos de diferentes parámetros de aspersión de plaguicidas con asperjadoras terrestres en el cultivo de la papa», *Protección de plantas* 4: 65-79, 1981.

- Hernández, C.: Aspectos técnicos fundamentales de las aspersiones terrestres de fungicidas para la lucha contra *Alternaria solani*, 1985.
- Lerch, M. Nozales and Pilfers: *Projects and Application Services*. A. C. 8-11, Ciba-Geigy, Besle Switzerland, 1980.
- Martin M. L. «Calidad de aplicación de los productos fitosanitarios. Nuevas tecnologías en maquinaria de aplicación», *Phytoma* (España) 102, octubre 1998.
- Matthews, C. A.: *Pesticide Application Methods*, first edition, Longuan London, 1979.
- Meisajovich, L. A.: *Asperjadora de bajo volumen terrestre de las plantas agrícolas*. Ed. Keloc, Leningrado Unión Soviética, 1974.
- Murguido, C.: «Efectividad de nuevos insecticidas para el control de salta hojas (*Empoasca tabaci*), aplicados a los 30 y 50 días de la germinación del frijol», *Ciencia y Técnica Agric. Serie Protección de Plantas* 5 (1): 31-11, 1982.
- Murguido, C. *et al.*: «Evaluación técnica y económica de un método nuevo para la señalización del salta hojas (*Empoasca tabaci*) en el cultivo del frijol», *Ciencia y Técnica Agrícola, Serie Protección de Plantas* 5 (3): 39-48. 1982.
- OR. U. «La aplicación precisa de agua y fertilizantes», *Agrotecnología en Israel*, p. 28, 1997.
- Unterstenhofer, C.: «The Basic Principles of Crop Protection field trials». *Pflansaenhuta-Nachrichten* 24 (2): 84-180, 1976.