

Control temprano de áfidos transmisores del virus del enanismo amarillo de la cebada (Barley yellow dwarf virus) con formulaciones granuladas de insecticidas sistémicos de liberación lenta*

J. E. ARAYA, J. E. FOSTER, M. M. SCHREIBER, R. E. WING, A. FERERES, J. L. TADEO, P. CASTAÑERA

En ensayos de laboratorio se aplicaron gránulos de liberación lenta de insecticidas sistémicos (en dosis equivalente a una dosis standard de 10 kg./ha. de carbofurano 10G) en trigo "Caldwell". La acción residual de acefato y carbofurano, encapsulados en almidón perlado (a) o triturado de maíz (b), contra *Rhopalosiphum padi*, fue comparada (experimento 1) con carbofurano comercial (15G) y pulverizaciones 12 d después de la emergencia de acefato 25EC y carbofurano 4F al 1,25%. El carbofurano 15G fue el único tratamiento que controló al pulgón desde la emergencia, con efecto residual (> 50% de mortalidad) hasta 32,5 d después de la siembra. El carbofurano, en gránulos de liberación lenta, comenzó a controlar a *R. padi* en los días 13,3 (a) y 17,9 (b), con efecto residual hasta los días 31,6 (a) y 35,5 (b) después de la siembra. Las formulaciones correspondientes de acefato comenzaron a controlar al *R. padi* a los 15,0 (1) y 17,0 (2) días, con efecto residual hasta 31,5 y 32,8 d después de la siembra. El acefato y el carbofurano aplicados al follaje controlaron a *R. padi* durante 18,3 y 36,2 d, respectivamente. Dosis mayores de disulfoton, en almidón perlado, y carbofurano, en triturado de maíz (experimento 2), tuvieron 70,5 y 32,5 d de efecto residual contra *Diuraphis noxia* respectivamente. El disulfoton en almidón perlado tuvo 51,7 d de acción residual contra *Metopolophium dirhodum*.

J. E. ARAYA. Depto. de Sanidad Vegetal, Fac. Cs. Agr. y Forest., Univ. de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile. Actualmente, Dept. of Entomology, Purdue Univ., W. Lafayette, IN 47907, USA.

J. E. FOSTER. USDA-ARS, Dept. of Entomology, Purdue Univ., W. Lafayette, IN 47907, USA.

M. M. SCHREIBER. USDA-ARS, Dept. of Botany & Plant Pathol., Purdue Univ., W. Lafayette, IN 47907, USA.

R. E. WING. USDA-ARS, Northern Reg. Res. Cent., 1815 N University, Peoria, IL 61604, USA.

A. FERERES. CIT-INIA, Protección Vegetal, Apdo. 8111, Madrid 28080, España.

J. TADEO. CIT-INIA, Protección Vegetal, Apdo. 8111, Madrid 28080, España.

P. CASTAÑERA. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CIB, Madrid 28006, España.

Palabras clave: Acefato, áfidos, "Caldwell", carbofurano, disulfoton, *Diuraphis noxia*, insecticidas, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, trigo.

* Proyecto financiado en parte con una beca de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica. Min. de Educ. y Ciencia de España.

INTRODUCCION

Los pulgones de cereales causan importantes daños a nivel mundial (ARAYA *et al.*, 1986), al alimentarse de la savia de gramíneas hospederas y transmitirles el virus del enanismo amarillo de la cebada (barley yellow dwarf virus, o BYDV) (GILL, 1980). Los daños pueden ser intensos cuando migrantes alados colonizan cereales de invierno en el otoño (ENDO y BROWN, 1963) o temprano en primavera (ARRETZ y ARAYA, 1978). En España, las principales especies son *Rhopalosiphum padi* (L.), *Sitobion avenae* (F.) y *Metopolophium dirhodum* (Walker) (CASTAÑERA, 1982; PONS, 1986; FERERES *et al.*, 1989). En algunos años, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) alcanza densidades poblacionales importantes (CASTAÑERA y GUTIERREZ, 1985).

PONS (1986) demostró la eficacia de insecticidas sistémicos aplicados en la floración del trigo para el control de estos insectos, pero la mayoría de los tratamientos al follaje afectan a la fauna útil (VAN RENSBURG, 1978; HELLAP, 1982). Las aplicaciones al suelo de insecticidas sistémicos granulados durante la siembra han logrado una protección temprana y selectiva contra pulgones de cereales (ARRETZ y ARAYA, 1980). Las raíces absorben los compuestos activos por períodos variables según el insecticida, dosis y material inerte utilizados. La ubicación de los gránulos cerca de las raíces reduce la contaminación ambiental.

La acción insecticida residual de aldicarb y carbofurano aumentó al condicionar los insecticidas en gránulos de gelatina (KITAYAMA y LUZES, 1987). Las tabletas insecticidas preparadas por OETTING *et al.*, (1984) liberaron 87% de acefato en 7 d, después de 2 min. diarios de imbibición en agua en el invernadero. Estas tabletas tuvieron igual o mejor eficacia y control residual que otras formulaciones de acefato para el control de *Microsiphoniella sanborni* (Gillete) y *Planococcus citri* (Risso).

Los gránulos de almidón modificado han sido usados para encapsular herbici-

das sistémicos (e.g. butilato (WING *et al.*, 1987a) y trifluralin (TRIMNELL *et al.*, 1985). La gelatinización acuosa de almidón de maíz a altas temperaturas, seguida por la adición de los materiales tóxicos, secado y molienda produce gránulos con liberación lenta de los compuestos activos. Esta liberación es controlable regulando el grado de asociación de las moléculas de almidón en la matriz (WING *et al.*, 1987b). Los productos encapsulados tienen mayor efecto residual que las formulaciones por evaporación y degradación (SCHREIBER *et al.*, 1987) y menor lixiviación (BAUR, 1980) y toxicidad dérmica (RILEY, 1983).

Los objetivos de este estudio de laboratorio fueron la evaluación de la acción insecticida residual de formulaciones encapsuladas de diversos aficidas formulados en gránulos de almidón modificados químicamente o en triturado de maíz, aplicados al suelo durante la siembra de cultivares seleccionados de trigo, contra diversas especies de pulgones vectores de BYDV.

MATERIAL Y METODOS

Ensayo 1

Se sembraron 5 semillas de trigo "Caldwell" (cultivar de trigo blando de invierno que cubre el 35% de la superficie sembrada en la subregión del medio-oeste de los EE UU) en tiestos plásticos (9,5 cm. diam.) en suelo estéril, con 5 repeticiones por tratamiento y dejando 2 plántulas por tiesto después de la emergencia. Los tiestos se mantuvieron a $18 \pm 1^\circ \text{C}$ y fotoperiodo de 14:10. Los tratamientos insecticidas, formulaciones y dosis fueron los siguientes:

— Acefato en gránulos de almidón de maíz modificado (10,1% m.a.), aplicado en la siembra (6,71 mg./tiesto).

— Acefato en triturado de maíz (9,7% m.a.), aplicado en la siembra (6,98 mg./tiesto).

— Acefato 25% EC, 5,92 cc. de solución al 0,2% pulverizada sobre plántulas de 1-2 hojas, 16 d después de la siembra (12 d después de la emergencia).

— Carbofurano en gránulos de almidón modificado (8,1% m.a.) aplicado en la siembra (8,36 mg./tiesto).

— Carbofurano en triturado de maíz (8,3% m.a.) aplicado en la siembra (8,16 mg./tiesto).

— Carbofurano 4,0% F, 5,92 cc. de solución al 1,25% pulverizada sobre plántulas de 1-2 hojas, 16 d después de la siembra (12 d después de la emergencia).

— Carbofurano 15G aplicado en la siembra (4,52 mg./tiesto).

— Testigo sin insecticida.

Los tratamientos granulados, ajustados a una dosis tipo de 10 kg./ha. de carbofurano 10G, se incorporaron al cm. superior de suelo del tiesto respectivo. Las pulverizaciones al follaje fueron aplicadas hasta el escurrimiento de la solución. Los tiestos con acefato, carbofurano y sin insecticida se regaron periódicamente (subirrigación) y mantuvieron en bandejas separadas.

En plántulas con 2-3 hojas, y después de que las pulverizaciones al follaje se hubieron secado, se colocaron 10 ninfas (último estadio ninfal) de *R. padi* sin BYDV sobre una de las plántulas de cada tiesto (repetición), confinándolas sobre una hoja mediante cajas de plástico transparente (4 cm. diam. basal; 2,5 cm. diam. superior; 2 cm. alto) con la parte superior sellada con papel poroso (ARAYA y FOSTER, 1987). La mortalidad se anotó a las 48 h. (Fig. 1), eliminando todos los pulgones en las cajas. Se colocaron nuevos pulgones en las cajas cada 5 d, sobre hojas diferentes. Los recuentos de mortalidad continuaron hasta que se obtuvo una mortalidad cercana o inferior al 50% en todos los tratamientos. La mortalidad en los testigos sin insecticida fue corregida mediante la fórmula de ABBOTT (1925). Los resultados, transformados por " $\sqrt{\%}$ de mortalidad", fueron analizados mediante ANOVA (STEEL y TORRIE, 1960). Los valores medios diferentes ($P < 0,05$) se separaron mediante la prueba de rango múltiple de DUNCAN (1955). La mortalidad en el tiempo fue también analizada mediante regresiones polinómicas de tercer grado (ARRETZ *et al.*, 1980; ARAYA y

FOSTER, 1987), para estimar la acción residual (período con mortalidad $> 50\%$) de cada tratamiento insecticida.

Ensayo 2

Se sembró trigo Caldwell en tiestos plásticos (9,5 cm. diam.) con mantillo : arena : tierra vegetal = 2:1:1, con 6 repeticiones, dejando 2 plantas/tiosto después de la emergencia, en condiciones similares a las del ensayo 1. Se aplicaron los siguientes tratamientos granulados durante la siembra, en dosis de 3 kg.m.a./ha.:

— Acefato 10,1% en almidón de maíz.

— Acefato 9,7% en triturado de maíz.

— Carbofurano 8,1% en gránulos de almidón de maíz.

— Carbofurano 8,3% en triturado de maíz.

— Carbofurano 15G.

— Disulfoton 3,8% en almidón de maíz.

— Testigo sin insecticida.

Comenzando con plántulas de 2-3 hojas, se colocaron 10 pulgones procedentes de colonias de laboratorio (*M. dirhodum* o *D. noxia*) en cajas de plástico sobre una de las hojas de una de las plantas de cada tiesto, siguiendo la misma metodología que con *R. padi*. Los recuentos de mortalidad se mantuvieron hasta obtenerse mortalidad $< 50\%$ o hasta 58 d después de la emergencia. Los resultados fueron analizados de forma similar a los obtenidos en el ensayo 1.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo 1

Los valores medios de mortalidad de cada tratamiento insecticida contra *R. padi* (Cuadro 1) fueron mayores que los obtenidos en las plantas sin insecticida, aunque se observaron variaciones amplias entre tratamientos. La amplia dispersión de las diferencias significativas en porcentaje de mortalidad de los primeros re-

Cuadro 1.—Promedios de mortalidad (%) de *Rhopalosiphum padi*, *Metopolophium dirhodum* y *Diuraphis noxia* obtenidos con diversos tratamientos insecticida en trigo "Caldwell" en laboratorio

Tratamientos	Días después de la emergencia / estados de desarrollo de las plantas (1)							
	14/1	19/2	24/3	29/3-4	34/4	39/4-5	44/5	49/5-6
<i>R. padi</i> , ensayo 2:								
Acefato, almidón perlado	16,0f	66,0c	100,0a	72,0b	34,0e	30,0c	28,0bc	20,0c
Acefato, triturado de maíz	58,0c	68,0c	82,0c	56,0c	58,0bc	34,0bc	26,0bc	18,0c
Acefato, EC	100,0a	88,0b	76,0c	62,0c	48,0cd	42,0b	34,0b	26,0b
Carbofurano, almidón perlado	22,0e	60,0c	74,0c	94,0a	62,0b	32,0bc	30,0b	22,0bc
Carbofurano, triturado de maíz	34,0d	100,0a	80,0c	60,0c	44,0de	24,0c	32,0b	24,0bc
Carbofurano, F	98,0a	100,0a	100,0a	96,0a	84,0a	78,0a	84,0a	52,0a
Carbofurano, 15G	86,0b	98,0a	92,0b	72,0b	52,0cd	36,0b	28,0bc	18,0bc
Testigo, sin insecticida	6,0g	14,0d	30,0d	14,0d	10,0f	12,0f	20,0c	16,0c
<i>M. dirhodum</i> , ensayo 2:								
Acefato, almidón perlado	23,3c	18,3d	15,0c	5,0d	11,7d	6,7e	—	—
Acefato, triturado de maíz	6,7d	20,0d	10,0c	6,7d	13,3d	8,3e	—	—
Carbofurano, almidón perlado	18,3c	48,3c	25,0b	61,7b	60,0b	35,0b	38,3b	—
Carbofurano, triturado de maíz	46,7b	40,0c	45,0a	35,0c	45,0c	15,0cd	11,7c	—
Carbofurano, 15G	23,3c	58,3b	43,3a	40,0bc	41,7c	20,0c	6,7c	—
Disulfotón, almidón perlado	93,3a	93,3a	71,7a	80,0a	96,7a	83,3a	81,7a	11,7a
Testigo, sin insecticida	1,7d	3,3e	3,3d	3,3d	11,7d	13,3d	6,7c	5,0a
<i>D. noxia</i> , ensayo 2:								
Acefato, almidón perlado	15,0e	25,0e	11,7e	3,3e	5,0c	10,0d	—	—
Acefato, triturado de maíz	20,0de	21,7e	5,0f	6,7d	6,7e	6,7e	—	—
Carbofurano, almidón perlado	35,0c	33,3d	40,0c	58,3bc	51,7b	40,0b	20,0b	—
Carbofurano, triturado de maíz	66,7b	65,0b	56,7b	61,7b	53,3b	31,7bc	25,0b	—
Carbofurano, 15G	28,3cd	50,0c	31,7d	51,7c	45,0b	28,3c	8,3c	—
Disulfotón, almidón perlado	100,0a	96,7a	100,0a	95,0a	95,0a	95,0a	90,0a	75,0a
Testigo, sin insecticida	0,0f	1,7f	1,7f	3,3e	5,0c	6,7e	1,7d	0,0b

(1) Promedios en la misma columna para cada especie con letras distintas son significativamente diferentes ($P=0,05$), según ANOVAs (STEEL y TORRIE, 1960) y pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955). Las pulverizaciones al follaje contra *R. padi* se aplicaron 2 días antes del primer recuento de mortalidad. Estados de desarrollo de las plantas según escala de Feekes (LARGE, 1954).

cuentos tendió a disminuir después del primer mes desde la emergencia. Después de eliminar la mortalidad natural (ABBOTT, 1925), se obtuvieron las regresiones de mortalidad x tiempo (Figura 2 y Cuadro 2), para obtener los periodos insecticidas residuales contra *R. padi* presentados en la Figura 3. Se utilizaron regresiones polinómicas de 3.º grado debido a los

altos coeficientes de correlación obtenidos.

El tratamiento con la mayor mortalidad de *R. padi* durante más tiempo (36,2 d) fue la pulverización foliar de carbofurano 16 d después de la emergencia. Este resultado parece lógico, por la dosis relativamente alta utilizada en este tratamiento con el fin de obtener un período residual

comparativo máximo. Esta dosis no es recomendable en aplicaciones de campo, para no afectar a la fauna útil. Las pulverizaciones foliares de carbofurano en sorgo en dosis bajas (0,28 kg. i.a./ha.), sin embargo, han controlado *Schizaphis graminum* (Rondani) en > 90%, no afectando a las poblaciones de insectos útiles (SMITH *et al.*, 1985).

Los demás tratamientos fueron similares en su acción residual contra *R. padi*. El carbofurano comercial (15G) fue la única formulación que controló a este insecto desde la emergencia de las plantas, con un efecto residual de 32,5 d; las demás formulaciones granuladas utilizadas revelaron características de liberación lenta (Fig. 2 y 3). La mortalidad inicial de los pulgones obtenida con estas nuevas formulaciones granuladas fue menor. En el campo, plántulas de poco desarrollo pueden ser poco atractivos para pulgones alados (KLINGAUF, 1987). Así el período de 1,5 semanas sin protección obtenidos en nuestro estudio con las formulaciones de acefato en almidón perlado o triturado de maíz fueron de 15,8 y 16,5 d, respectivamente. Aquellos obtenidos con las formulaciones granuladas correspondientes

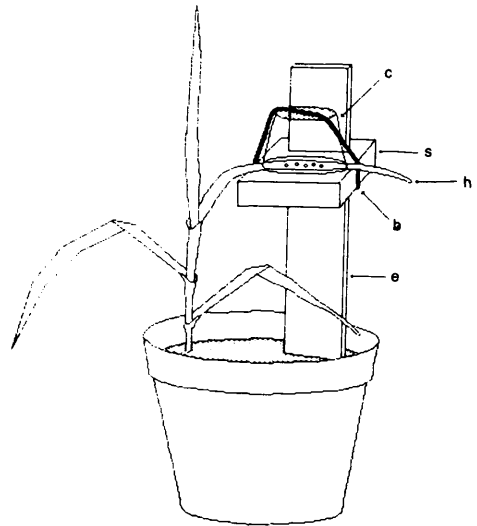


Figura 1.—Caja para confinar áfidos de cereales en plantas individuales en laboratorio para medir acción insecticida residual (b: banda elástica; c: caja; e: estaca; h: hoja; s: stirofoam).

de carbofurano fueron de 17,6 y 18,3 d. Estos períodos residuales fueron relativamente similares al obtenido con la pulverización foliar de acefato (18,3 d).

Cuadro 2.—Ecuaciones polinómicas (3.^o), con sus coeficientes de correlación, de las regresiones de la mortalidad de *R. padi*, *M. dirhodum* y *D. noxia* en trigo "Caldwell" en la Figura 2 (1)

Tratamientos	Ecuaciones ($y = A \pm BX \pm CX^2 \pm DX^3$)	R ²
<i>Rhopalosiphum padi</i> , ensayo 1:		
Acefato 10,1% (almidón perlado)	$y = -497,8282 + 59,4279x - 1,9146x^2 + 0,0186x^3$	0,96
Acefato 9,7% (triturado de maíz)	$y = -87,7015 + 16,9244x - 0,5621x^2 - 0,0052x^3$	0,96
Acefato 25% EC	$y = 108,5286 - 4,1021x + 0,0600x^2 - 0,0006x^3$	1,00
Carbofurano 8,1% (almidón perlado)	$y = -323,1319 + 37,6706x - 1,1164x^2 + 0,0099x^3$	0,93
Carbofurano 8,3% (triturado de maíz)	$y = -330,7736 + 44,6279x - 1,5126x^2 + 0,0152x^3$	0,93
Carbofurano 4F	$y = 100,964 - 0,7950x + 0,0528x^2 - 0,002x^3$	0,94
Carbofurano 15G	$y = 37,1004 + 6,5736x - 0,2858x^2 + 0,0028x^3$	0,99
<i>Metopolophium dirhodum</i> , ensayo 2:		
Disulfoton 3,8% (almidón perlado)	$y = 175,632 - 11,4674x + 0,4075x^2 + 0,0045x^3$	0,94
<i>Diuraphis noxia</i> , ensayo 2:		
Carbofurano 8,3% (triturado de maíz)	$y = 62,0005 + 0,7169x - 0,0393x^2 - 0,000181x^3$	0,96
Disulfoton 3,8% (almidón perlado)	$y = 111,0833 - 1,5206x + 0,0467x^2 - 0,000531x^3$	0,95

(1) Las pulverizaciones al follaje contra *R. padi* fueron aplicadas 2 días antes del primer recuento de mortalidad. Los resultados originales fueron transformados (ABBOTT, 1925) para eliminar la mortalidad natural en los controles; y = % de mortalidad; x = días desde la emergencia de las plántulas.

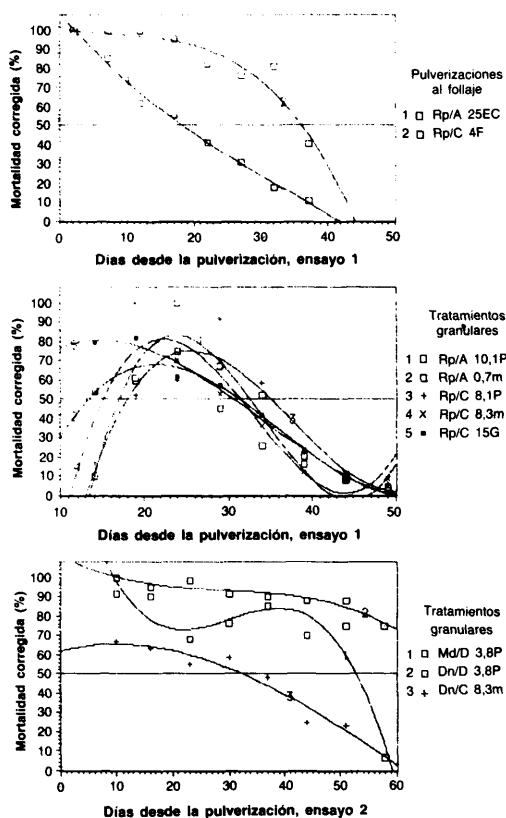


Figura 2.—Curvas de regresión de la mortalidad de *R. padi*, *M. dirhodum* y *D. noxia* en el tiempo, obtenidas con diversos tratamientos insecticida en trigo "Caldwell" en condiciones de laboratorio.

El ensayo 1 tuvo resultados comparables a otros con diversas especies de pulgones mencionados en la literatura. Por ejemplo, tratamientos de carbofurano, terbufos, bendiocarb o acefato granulados en el surco de siembra, y tratamientos a la semilla de carbofurano efectuados por MIZE *et al.* (1980) controlaron a *S. graminum* en sorgo hasta 30 d después de la siembra. En invernadero, EULITZ (1984) controló a *Myzus persicae* (Sulzer) en tabaco durante 29-31 d en dos suelos con acefato 5% G en dosis de 3,75 g de producto por tiesto y planta (equivalente a una dosis alta de 7,5 kg de acefato/Ha). También en invernadero, carbofurano y aldicarb en gránulos, y acefato PM aplica-

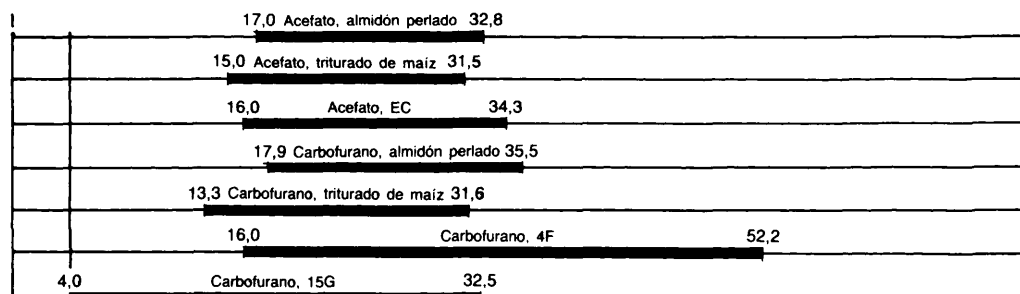
dos en tabaco, después del trasplante, controlaron a *M. persicae* durante 36, 25 y 12 d, respectivamente. Pulverizaciones en dosis de 1 kg de acefato 75% SP/500 l/Ha controlaron este pulgón durante 13-18 d (EULITZ, 1985). Carbofurano granular aplicado al suelo controló infestaciones de *R. maidis* (Fitch) en sorgo de grano (VAN RENSBURG y MALAN, 1983).

Ensayo 2

Los resultados del este ensayo fueron similares a los del ensayo 1 con *R. padi* (Cuadro 1) y con *S. avenae* (ARAYA, datos no publicados). Sin embargo, la mayoría de los tratamientos produjeron una mortalidad inferior al 50%. Esta baja mortalidad, a pesar de las dosis mayores utilizadas en este ensayo en comparación con el del ensayo 1, podría deberse en parte a una retención alta de los ingredientes activos en los gránulos y/o su probable adsorción por el componente húmico de la mezcla de suelo utilizado, así como a un efecto diferente en cada especie de áfido. El contenido de materia orgánica del suelo afecta la adsorción y toxicidad de los insecticidas (FELSOT y LEW, 1989). Sin embargo, con las dosis mayores utilizadas en el ensayo 2, algunos tratamientos (Figuras 2 y 3) lograron controlar >50% de *M. dirhodum* y *D. noxia* durante períodos prolongados y desde la emergencia de las plantas, al igual que carbofurano comercial (15 G) contra *R. padi* en el ensayo 1. Las ecuaciones para las regresiones de disulfoton en gránulos de almidón perlado revelaron 70,5 y 51,7 d de efecto residual contra *D. noxia* y *M. dirhodum* (Fig. 3), respectivamente. El carbofurano en triturado de maíz controló *D. noxia* durante 32,5 d. Este resultado es igual al obtenido en el ensayo 1 con carbofurano 15 G contra *R. padi*.

Es de destacar el aumento de mortalidad observado en algunos tratamientos, inmediatamente después del abonado de las plantas [1,6 g/tiesto de fertilizante 12N (8,5% $\text{NO}_3 + 3,5\% \text{NH}_3\text{NO}_4$) - 35P₂O₅ - 18K₂O], 22 d después de la emergencia.

A. *Rhopalosiphum padi*, ensayo 1



B. *Metopolophium dirhodum*, ensayo 2



C. *Diuraphis noxia*, ensayo 2

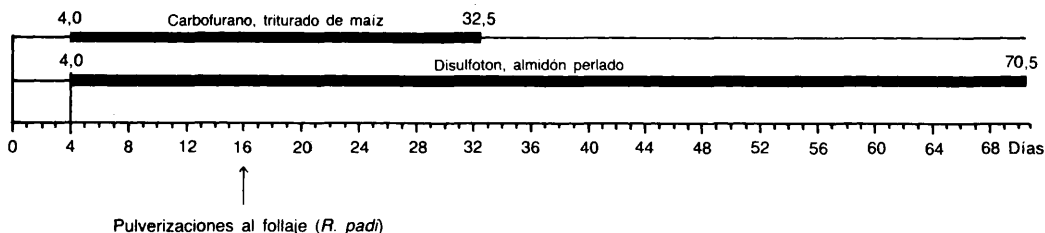


Figura 3.—Días de acción residual (mortalidad >50%) contra *Rhopalosiphum padi* (A), *Metopolophium dirhodum* (B) y *Diuraphis noxia* (C) obtenidos con diversos tratamientos insecticidas aplicados en trigo "Caldwell" en invernadero. 1: Siembra y aplicación de gránulos; 2: Emergencia de plántulas.

Por tanto, puede concluirse que en áreas o años en que se producen o prevean infestaciones severas de *M. dirhodum* o *D. noxia*, puede ser rentable realizar tratamientos con insecticidas granulados de liberación lenta de los compuestos activos, para conferir un período de protección de 1 a más de 2 meses contra estos pulgones vectores del BYDV en trigo. Períodos de protección de 2-2,5 semanas durante los estados iniciales de desarrollo de trigo de invierno, como los observados

en el experimento con *R. padi*, son también prometedores, particularmente en relación a la mayor susceptibilidad del cultivo a la infección temprana con BYDV (ENDO y BROWN, 1963). Es necesario efectuar más estudios de laboratorio y campo con varias dosis para continuar la evaluación del comportamiento de las formulaciones de granulados de liberación lenta, utilizadas en este estudio, contra los diversos componentes del complejo de pulgones de cereales/BYDV.

ABSTRACT

ARAYA, J. E.; J. E. FOSTER; M. M. SCHREIBER; R. E. WING; A. FERERES; J. L. TADEO y P. CASTAÑERA, 1990: Control temprano de áfidos transmisores del virus del enanismo amarillo de la cebada (barley yellow dwarf virus) con formulaciones granu-

ladas de insecticidas sistémicos de liberación lenta. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16** (1): 195-203.

Slow release systemic insecticides were applied (at a standard dosage of 10 kg/ha of carbofuran 10G) on potted "Caldwell" wheat, in laboratory tests at Purdue Univ. (Lafayette, Indiana, USA) and INIA-Madrid. The residual action of acefate and carbofuran encapsulated in pearl corn starch (a) or corn flour (b), against *Rhopalosiphum padi* (L.), was compared (experiment 1) with commercial carbofuran (15G) and acefate 25EC at 0.2% and carbofuran 4F at 1.25% applied to the foliage 12 d after emergence. Carbofuran 15G was the only treatment that controlled *R. padi* from the emergence, with a residual action of 32.5 d after seeding. Slow release granular carbofuran began to provide control of *R. padi* (> 50% mortality) on days 13.3 (a) and 17.9 (b), with residual effect through days 31.6 (a) and 35.5 (b) after seeding. The corresponding formulations of acefate began to provide control on days 15.0 (a) and 17.0 (b), with residual action through days 31.5 and 32.8 after seeding. Acefate and carbofuran to the foliage controlled > 50% *R. padi* for 18.3 and 36.2, respectively. Greater dosages of disulfoton in pearl corn starch and carbofuran in corn flour (experiment 2) obtained 70.5 and 32.5 d of residual effect against *Diuraphis noxia* respectively. Disulfoton in pearl corn starch obtained 51.7 d residual effect against *Metopolophium dirhodum*.

Key words: acefate, carbofuran, *Diuraphis noxia*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, "Caldwell".

REFERENCIAS

- ABBOTT, W. S., 1925: A method for computing the effectiveness of an insecticide, *J. Econ. Entomol.*, **18**: 265-267.
- ARAYA, J. E. y FOSTER, J. E., 1987: Control of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in selected wheat and oat cultivars with seed systemic insecticides in the greenhouse. *J. Econ. Entomol.*, **80**: 1272-1277.
- ARAYA, J. E.; FOSTER, J. E. y WELLSO, S. G., 1986: Aphids as cereal pest, *Purdue Univ. Agric. Exp. Stn. Bull.*, **509**: 1-27.
- ARRETZ, P. y ARAYA, J. E., 1978: Control de áfidos en cebada con insecticidas sistémicos al suelo, a la semilla y al follaje, en dos localidades de la zona central de Chile, *Inv. Agrícola (Chile)*, **4**: 79-86.
- ARRETZ, P. y ARAYA, J. E.: Control de áfidos en trigo mediante insecticidas granuladas al suelo, tratamientos a la semilla y aspersiones al follaje, *Simiente (Soc. Agronómica de Chile)*, **50**: 50-56.
- ARRETZ, P.; ARAYA, J.; GUERRERO, M. A. y LAMBOROT, M. L., 1980: Influencia del almacenamiento en el efecto residual de carbofuran y disulfoton en tratamientos de semilla de cebada para controlar *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Inv. Agrícola (Chile)*, **6**: 41-45.
- BAUR, J. R., 1980: Release characteristics of starch xanthide herbicide formulations. *J. Environ. Qual.*, **9**: 379-382.
- CASTAÑERA, P., 1982: The relative abundance of parasites and predators of cereal aphids in Central Spain, en: Cavalloro, R. (ed.), *Proc. EC Expert's Meeting, Portici, Italy (Nov. 1982)*.
- CASTAÑERA, P. y GUTIERREZ, C., 1985: Studies in the ecology and control of cereal aphids in winter wheat in central Spain. *IOLB/WPRS Bulletin*, **8**: 47-47.
- COFFMAN, C. B. y GENTNER, W. A., 1980: Persistence of several controlled release formulations of trifluralin in greenhouse and field, *Weed Sci.*, **28**: 21-23.
- DUNCAN, D. B., 1955: Multiple range and multiple F tests, *Biometrics*, **11**: 1-42.
- ENDO, R. M. y BROWN, C. M., 1963: Effects of barley yellow dwarf virus on yield of oats as influenced by variety, virus strain, and developmental stage of plants at inoculation, *Phytopathology*, **53**: 965-968.
- EULITZ, E. G., 1984: Persistence of a granular formulation of acefate for the control of aphids (*Myzus persicae*) on tobacco in a heavy clay and a sandy soil, *Phytophylactica*, **16**: 263-266.
- EULITZ, E. G., 1985: Persistence of carbofuran and aldicarb for the control of aphids (*Myzus persicae*) on tobacco, *Phytophylactica*, **17**: 163-164.
- FELSOT, A., y LEW, A., 1989: Factors affecting bioactivity of soil insecticides: relationships among uptake, desorption, and toxicity of carbofuran and terbufos, *J. Econ. Entomol.*, **82**: 389-395.
- FRANK, R.; RITCEY, G.; BRAUN, H. E. y MCEWEN, F. L., 1984: Disappearance of acefate residues from beans, carrots, celery, lettuce, peppers, potatoes, strawberries and tomatoes, *J. Econ. Entomol.* **77**: 1110-1116.
- GILL, C. C., 1980: Assessment of losses on spring wheat naturally infected with barley yellow dwarf virus, *Plant Disease*, **64**: 197-203.
- HELLPAP, C., 1982: Investigaciones de campo sobre el efecto de diversos insecticidas en predadores de áfidos de cereales, *Anz. Schadlingsk. Pflanzenschutz Umweltschutz*, **55**: 129-131 (en alemán).
- KITAYAMA, K. y LUZES, G., 1987: Aplicación de insecticidas sistémicos vía cápsulas de gelatina, *Pes-*

- qui *Agropecu. Bras.*, **22**: 123-128 (en portugués).
- KLINGAUF, F. A., 1987: Host plant finding and acceptance. Chapter 4.2: 209-223. En A. K. Minks y P. Herrewijn (editores.), *Aphids, their biology, natural enemies and control*, **2**. Elsevier, Amsterdam.
- LARGE, E. C., 1954: Growth stages in cereals. Illustrations of the Feekes scale, *Plant Pathol.*, **3**: 128-129.
- FERERES, A.; LISTER, R. M.; CASTAÑERA, P. y FOSTER, J. E., 1989: Identification, distribution and vector population dynamics of barley yellow dwarf virus in three cereal-producing areas of Spain, *J. Phytopathology*, **126**: 79-91.
- MIZE, T.; WILDE, G. y SMITH, M. T., 1980: Chemical control of chinch bug (*Blissus leucopterus leucopterus*) and greenbug (*Schizaphis graminum*) on seedling sorghum with seed, soil and foliar treatments, *J. Econ. Entomol.*, **73**: 544-547.
- OETTING, R. D.; BRADY Jr., U. E. y VERMA, B. P., 1984: Slow-release tablets for application of systemic insecticides to ornamental plants in containers, *J. Econ. Entomol.*, **77**: 234-239.
- PONS, X., 1986: Estudio de las poblaciones de vectores del amarilleo enanizante de los cereales en las comarcas de Lleida, *Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Lleida, Universidad Politècnica de Catalunya*. 298 pp.
- RILEY, R. T., 1983: Starch-xanthate encapsulated pesticides: A preliminary toxicological evaluation. *J. Agric. & Food Chem.*, **31**: 202-206.
- SCHREIBER, M. M. y WHITE, M. D., 1980: Granule structure and rate of release with starch encapsulated thiocarbamates, *Weed Sci.*, **28**: 685-690.
- SCHREIBER, M. M.; WHITE, M. D. y SHASHA, B. S., 1987: Efficacy of controlled-release formulations of trifluralin in no-till soybeans (*Glycine max*), *Weed Sci.*, **35**: 407-411.
- SMITH, R. G.; ARCHER, T. L. y BYNUM Jr., E. D., 1985: Low-rate applications of insecticides for greenbug (Homoptera: Aphididae) control and effect on beneficial insects on sorghum, *J. Econ. Entomol.*, **78**: 988-991.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H., 1960: *Principles and procedures of statistics, with special reference to the biological sciences*, McGraw-Hill, New York. 481 pp.
- TRIMNELL, D.; SHASHA, B. S. y OTEY, F. H., 1985: The effect of α -amylases upon the release of trifluralin en capsulated in starch, *J. Controlled Release*, **1**: 183-190.
- VAN RENSBURG, G. D. J. y MALAN, E. M., 1983: Control of sorghum pests and phytotoxic effects of carbofuran on 5 hybrids of grain sorghum, *Phytophylactica*, **14**: 159-164.
- VAN RENSBURG, N. J., 1978: the effect of foliar sprays with broad-spectrum organophosphates on the coccinellid and syrphid predators of grain-sorghum aphids, *J. Entomol. Soc. South Afr.*, **41**: 305-309.
- WING, R. E.; MAITI, S. y DOANE, W. M., 1987a: Factors affecting release of butylate from calciumion modified starch-borate matrices, *J. Controlled Release*, **5**: 79-89.
- WING, R. E.; MAITI, S. y DOANE, W. M., 1987b: Effectiveness of jet-cooked pearl cornstarch as a controlled release matrix, *Stärke*, **39**: 422-425.