

Efecto del imidacloprid en el control de *Myzus persicae* Sulz. y *Aphis fabae* Scop. y en la transmisión de Beet yellow virus (BYV) y Beet mild yellowing virus (BMYV)

C. PÉREZ DE SAN ROMÁN, A. ORTIZ y J. AYALA

El imidacloprid es un insecticida sistémico, que incorporado al pildorado de la semilla de remolacha a una dosis de 90 g por unidad de semilla (1 unidad = 100.000 semillas), tiene una larga persistencia y ejerce un control eficaz sobre *Myzus persicae* Sulz. (clones mayoritariamente con resistencias R₃ y R₂) y un menor control sobre *Aphis fabae* Scop., en condiciones de invernadero. El control de insecticida sobre *Myzus persicae* Sulz. implica que se reduzcan significativamente los porcentajes de infección de BYV (Beet yellow virus) y de BMYV (Beet mild yellowing virus) en el cultivo de la remolacha azucarera, no así para las transmisiones debidas a *Aphis fabae* Scop.

C. PÉREZ DE SAN ROMÁN y A. ORTIZ. CIMA-SIMA, Producción Vegetal. Apartado 46. 01080-Vitoria.
J. AYALA. AIMCRA. Carretera Villabáñez Km. 2,73. 47080-Valladolid.

Palabras clave: Imidacloprid, *Myzus persicae* Sulz., *Aphis fabae* Scop., BYV, BMYV.

INTRODUCCION

El complejo denominado «amarillez de la remolacha» está causado, en España, por BYV (Beet yellow virus, Closterovirus) y BMYV (Beet mild yellowing virus, Luteovirus) los cuales producen graves pérdidas en la producción de azúcar (PÉREZ DE SAN ROMÁN *et al.*, 1991). Ambos virus son transmitidos exclusivamente por pulgones, siendo los más efectivos *Myzus persicae* Sulz. para ambos virus y *Aphis fabae* Scop. para BYV (RUSSELL, 1970; DUFFUS, 1972), y cuyo mecanismo de transmisión es diferente, BYV es transmitido de forma semipersistente y BMYV de forma persistente (DIXON, 1978).

El control más eficaz de ambos virus, dado la ausencia de variedades resistentes/

tolerantes y de viricidas específicos, se realiza mediante el control químico de los pulgones transmisores de ambos virus con insecticidas, formulados como microgránulos aportados en la siembra o como productos para aplicación foliar (DEWAR, 1986). Los insecticidas microgranulados aportados en siembra, previenen la primera diseminación de los virus, siempre que tengan un alto grado de persistencia, pero son productos caros y que no siempre es preciso utilizarlos dado que la incidencia de los virus de la amarillez es variable de un año a otro y de una región remolachera a otra (DEWAR y READ, 1991). Los insecticidas de aplicación foliar, no previenen la infección inicial pues se aplican cuando la primera infestación de pulgones ya se ha producido, y por tanto, sólo limitan la diseminación secundaria de los virus. Por otra parte, el uso

continuado del mismo tipo de insecticidas provoca el predominio de clones de *Myzus persicae* Sulz. resistentes a dichos insecticidas (DEWAR *et al.*, 1992b).

El imidacloprid es un insecticida sistémico, del grupo de las nitroguanidinas, con un buen control sobre los pulgones colonizantes de la remolacha azucarera, cuando es incorporado en la pildoración de la semilla y con un alto grado de persistencia (DEWAR y READ, 1990).

En los ensayos realizados en 1992 en condiciones de campo, de valoración de la eficacia de insecticidas aplicados en siembra para el control de pulgones transmisores de los virus BYV y BMV, encontramos resultados contradictorios en la eficacia del insecticida imidacloprid y en los porcentajes de transmisión de ambos virus (Memorias AIMCRA, 1993; Informe Técnico, 1993). En este trabajo, se ha pretendido poner en evidencia la eficacia del insecticida imidacloprid en el control de *Myzus persicae* Sulz. y *Aphis fabae* Scop. en condiciones controladas, así como el efecto de este control en la transmisión de los virus BYV y BMV.

MATERIAL Y METODOS

Material vegetal y pulgones

Se han utilizado semillas de la variedad EVA pildorada según el procedimiento de KWS con el insecticida imidacloprid (IMID) incorporado a la dosis de 90 g por unidad (1 unidad = 100.000 semillas) y sin insecticida (Testigo).

Se han empleado clones de pulgones de *Myzus persicae* Sulz. y *Aphis fabae* Scop. adaptados al cultivo de la remolacha azucarera y criados en condiciones controladas sobre plantas de remolacha infectadas previamente con ambos virus (BYV y BMV). El tipo de *Myzus persicae* Sulz. utilizados en los ensayos es 76% extremadamente resistentes (R_3), 24% muy resistentes (R_2), 1%

moderadamente resistentes (R_1) y 0% susceptibles (S) (DEVONSHIRE *et al.*, 1986).

Diseño experimental

Se ha realizado un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo las variantes semilla pildorada con el insecticida imidacloprid (IMID) o sin insecticida (Testigo). Se han utilizado diez plantas de remolacha, al estado fenológico de dos hojas verdaderas, por cada parcela elemental, empleándose idéntico diseño para cada especie de pulgón.

La experiencia se ha llevado a cabo en condiciones de invernadero controlando temperatura (20 ± 1 °C), fotoperíodo (18 horas de luz) y humedad (70%), y realizándose riegos cada cuatro días a fin de mantener constante la humedad del suelo.

Las infestaciones se han realizado cada diez días, colocándose un pulgón infectivo mediante una jaula de tipo pinza (ADAMS y VAN EMDEN, 1972) sobre el envés de una hoja joven de cada planta. A los tres días de colocados los pulgones se efectúan los conteos y se eliminan los pulgones manualmente, anotándose el número de pulgones vivos (Activos), número de pulgones muertos (Muertos) y el número de pulgones vivos y sin alimentarse (Inactivos), así como el número de pulgones que han criado sobre la hoja de remolacha.

El análisis de los resultados se ha efectuado con el paquete estadístico SAS system.

Detección de los virus BYV y BMV

La detección de los virus para establecer la eficacia de transmisión se ha efectuado mediante la técnica inmunoenzimática ELISA-DAS, tal y como la describe H. SMITH (1989). Los antisueros empleados han sido suministrados por H. Smith, Broom's Barn Experimental Station (UK).

La lectura espectrofotométrica se ha realizado a 405 nm con el Multiskan-Titertek. Los análisis se han realizado a los 80 (1.^{er} análisis) y 130 días (2.^{do} análisis) después de la siembra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Control de *Myzus persicae*

En el Cuadro 1, se representan las diferencias entre semilla con insecticida (IMID) y sin él (Testigo), para los tres parámetros medidos de número de pulgones Activos, Muertos e Inactivos en los conteos efectuados para las infestaciones iniciadas al estado de dos hojas verdaderas, a partir del día 39 después de la siembra y decenalmente, hasta los ciento trece días. No hay diferencias a lo largo del tiempo en el Testigo para los tres parámetros medidos. Cuando el imidacloprid (IMID) está presente la tendencia del número de pulgones Activos es ascendente a lo largo del tiempo, y de forma inversa con el número de pulgones Muertos. Se observa un cierto efecto repelente del insecticida sobre los pulgones vivos, como se observa en el número de Inactivos, efecto que no se da en las plantas Testigo. Las diferencias entre semilla IMID y Testigo, dejan de ser significativas a los 104 días desde la siembra para el número de pulgones Activos, y a los 84 días desde la siembra para el número de pulgones Muertos.

Es interesante, el hecho de que los pulgones vivos, en el caso de estar presente el imidacloprid no son capaces de reproducirse, mientras que sin insecticida, aproximadamente el sesenta por ciento de los pulgones vivos se reproducen en tres días (Figura 1A).

Los resultados indican que existe un buen control del imidacloprid sobre *Myzus persicae*, con resistencia mayoritariamente R₃ y R₂, hasta 84 días después de la siembra, con un marcado efecto repelente sobre los pulgones, estos datos corroboran los obtenidos por DEWAR (1992), que indica que el imida-

cloprid ejerce un control eficaz de *Myzus persicae*, y que este control es más efectivo sobre clones resistentes.

En los estudios sobre dinámica de vuelos de pulgones en el período 1989-1993, los primeros *Myzus persicae* Sulz. aparecen a finales de mayo-principios de junio en la Zona Norte remolachera (Memorias AIM-CRA, 1989-1990-1991-1992-1993); por lo que en siembras posteriores al 1 de abril, se solapan perfectamente el primer vuelo de pulgones y la persistencia del producto (84 días), pero en siembras anteriores a esta fecha la persistencia del producto puede no llegar a solaparse con este primer vuelo.

Control de *Aphis fabae* Scop.

De forma análoga, en el Cuadro 2, se presentan los resultados obtenidos para *Aphis fabae* Scop. El comportamiento de este pulgón, de forma general es más anárquico, y la eficacia de este insecticida para su control es menor.

Hay diferencias significativas entre la semilla con insecticida o sin él hasta los 84 días después de la siembra.

Por otra parte, aunque sí hay diferencias entre el número de pulgones vivos capaces de reproducirse en presencia o ausencia de insecticidas, estas son menores que para *Myzus persicae* Sulz. y el insecticida se muestra menos eficaz (Figura 1B).

Eficacia del control de pulgones en la transmisión de BYV y BMVYV

En el primer análisis ELISA, a los 80 días después de la siembra y 41 días después de haberse iniciado las infestaciones con *Myzus persicae* Sulz., tanto para los porcentajes de BYV como para los de BMVYV no existen diferencias significativas entre semillas tratadas con insecticida (IMID) y no tratadas (Testigo).

Cuadro 1.—Número de *Myzus persicae* Sulz. Activos, Muertos e Inactivos en diez remolachas, decenalmente desde los 39 días después de la siembra, para semilla pildorada con imidacloprid (IMID) y sin insecticida (Testigo). Distinta letra implica diferencias significativas al 5%.

N.º de pulgones <i>Myzus persicae</i> Sulz.	Días desde la siembra							Media fechas	
	39	49	59	70	84	94	104		113
ACTIVOS	IMID 1,8 B	2,8 A	1,5 B	0,8 B	3,0 B	2,0 B	5,8 A	4,0 A	2,7 B
	TESTIGO 8,8 A	6,0 A	7,8 A	9,5 A	9,8 A	6,5 A	8,3 A	7,8 A	8,0 A
	LSD (5%) 1,3	6,9	3,5	1,5	2,7	2,1	4,9	2,7	1,0
MUERTOS	IMID 5,8 A	4,3 A	4,8 A	6,5 A	1,8 A	5,0 A	1,0 A	1,0 A	3,8 A
	TESTIGO 1,3 B	1,8 A	0,5 B	0,3 B	0,3 A	2,0 A	0,3 A	0,8 A	0,9 B
	LSD (5%) 1,6	3,8	3,3	2,0	2,1	3,2	2,4	2,0	1,0
INACTIVOS	IMID 2,5 A	3,0 A	3,8 A	2,8 A	5,3 A	2,5 A	3,3 A	4,5 A	3,4 A
	TESTIGO 0 B	2,0 A	1,3 B	0,3 A	0,0 B	1,0 A	1,5 A	1,5 B	0,9 B
	LSD (5%) 2,1	2,9	0,9	3,3	0,8	3,0	6,4	2,3	0,8

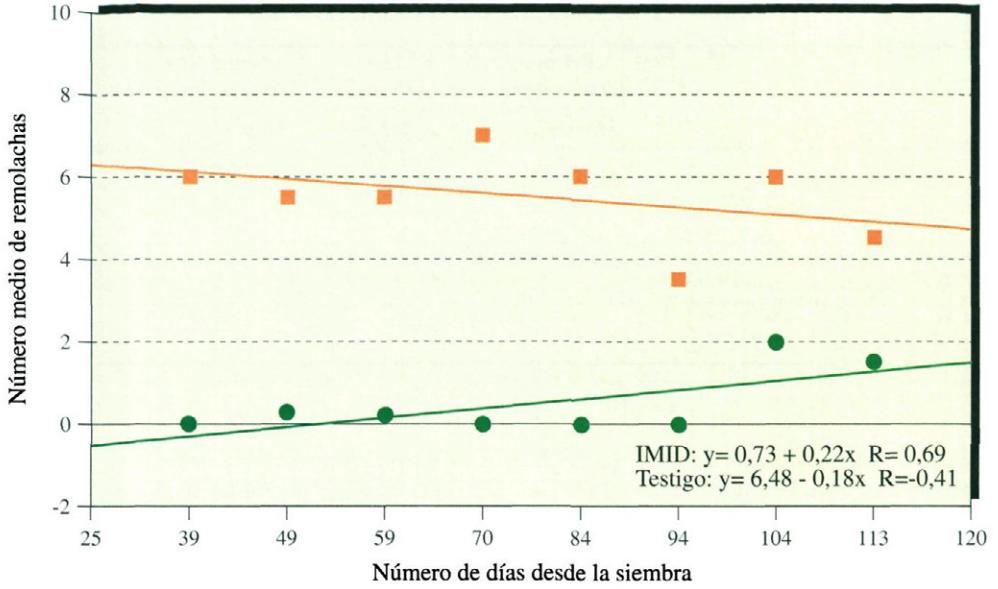
Activos: número de pulgones vivos, Muertos: número de pulgones muertos e Inactivos: número de pulgones vivos y sin alimentarse.

Cuadro 2.—Número de *Aphis fabae* Scop. Activos, Muertos e Inactivos en diez remolachas, decenalmente desde los 39 días después de la siembra, para semilla pildorada con imidacloprid (IMID) y sin insecticida (Testigo). Distinta letra implica diferencias significativas al 5%.

N.º de pulgones <i>Aphis fabae</i> Scop..	Días desde la siembra							Media fechas	
	39	49	59	70	84	94	104		113
ACTIVOS	IMID 1,0 B	1,5 B	2,8 B	4,0 B	4,0 A	5,5 A	6,0 A	4,3 A	3,6 B
	TESTIGO 6,3 A	3,3 A	5,3 A	8,3 A	6,3 A	6,8 A	7,3 A	6,3 A	6,2 A
	LSD (5%) 3,3	0,9	0,9	3,0	2,7	2,4	4,8	4,3	1,1
MUERTOS	IMID 6,3 A	7,0 A	4,0 A	4,8 A	4,5 A	3,0 A	0,5 A	3,3 A	4,2 A
	TESTIGO 1,3 B	5,8 B	3,5 A	1,8 B	2,8 A	1,5 B	0,8 A	3,5 A	2,6 B
	LSD (5%) 3,4	3,3	2,1	2,3	2,7	0,9	2,0	4,2	1,2
INACTIVOS	IMID 2,8 A	1,5 A	3,3 A	0,8 A	0,8 A	1,3 A	3,5 A	2,5 A	2,0 A
	TESTIGO 2,5 A	0,5 A	1,0 B	0,0 A	0,8 A	1,5 A	2,0 A	0,3 B	1,1 B
	LSD (5%) 5,4	2,6	1,5	1,5	1,3	1,5	4,2	0,8	0,7

Activos: número de pulgones vivos, Muertos: número de pulgones muertos e Inactivos: número de pulgones vivos y sin alimentarse.

A/ *Myzus persicae* Sulz. vivos con crías



B/ *Aphis fabae* Scop. vivos con crías

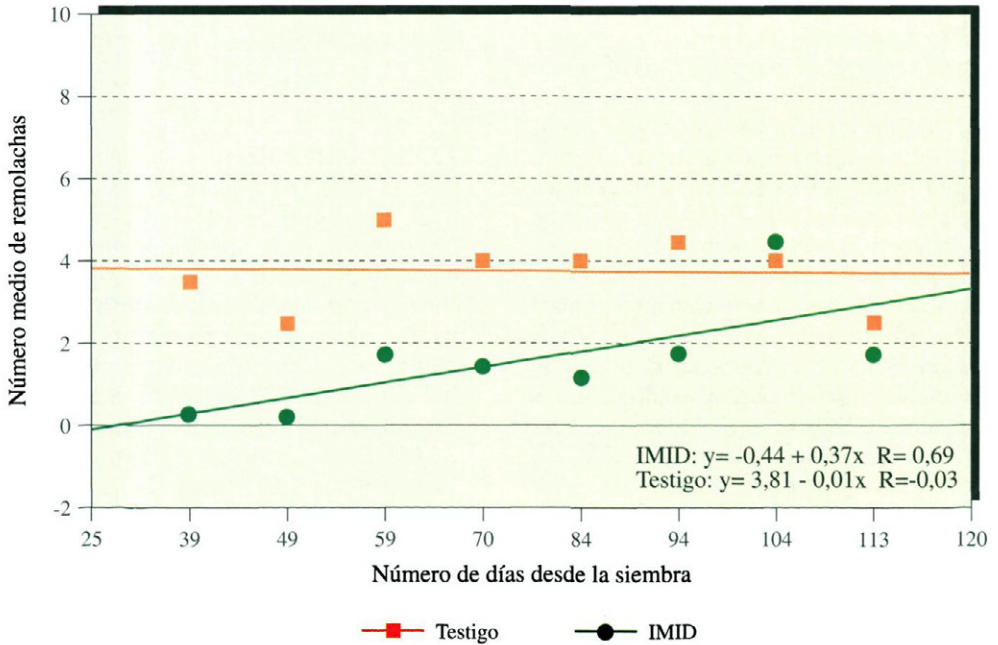


Fig. 1.—Rectas de regresión del número medio de remolachas con crías de pulgones en función de la fecha de infestación (días desde la siembra) para A) *Myzus persicae* Sulz. y B) *Aphis fabae* Scop. en semillas pildoradas o no con el insecticida imidacloprid.

Cuadro 3.—Porcentajes de infección de BYV y BMVY por *Myzus persicae* Sulz. y *Aphis fabae* Scop. para semilla pildorada con imidacloprid (IMID) y sin insecticida (Testigo). Distinta letra implica diferencias significativas al 5%

		Primer análisis ELISA (80 días después de la siembra)		Segundo análisis ELISA (130 días después de la siembra)	
		<i>M. persicae</i>	<i>A. fabae</i>	<i>M. persicae</i>	<i>A. fabae</i>
BYV	IMID	20 A	10 A	38 B	20 A
	TESTIGO	40 A	8 A	98 A	38 A
	LSD (5%)	34	8	26	65
BMVY	IMID	8 A	0	10 B	0
	TESTIGO	10 A	0	40 A	0
	LSD (5%)	15	0	26	0

En el segundo análisis ELISA, para las inoculaciones con *Myzus persicae*, BYV es detectado casi en el cien por cien de las plantas Testigo, habiendo diferencias significativas entre semilla IMID y Testigo. Para BMVY, se observa que aun cuando hay un menor porcentaje de plantas infectadas se mantienen las diferencias entre semilla IMID y Testigo.

Para *Aphis fabae* Scop. se corrobora que no transmite BMVY, y que BYV lo transmite con menor eficacia que *Myzus persicae*. No hay diferencias significativas entre semilla IMID y Testigo en los porcentajes de plantas infectadas con BYV, lo que pone en evidencia el menor control de imidacloprid para este pulgón.

En nuestro caso, si se observa un control en la transmisión de ambos virus por *Myzus persicae* Sulz. al utilizar semilla pildorada con imidacloprid, en contraposición con los resultados de DEWAR *et al.* (1992a), que no tienen control sobre la transmisión de BYV, estableciéndose la diferencia en que nosotros efectuamos infestaciones periódicas con un único pulgón cada vez, y ellos una única infestación con cinco pulgones en plantas con dos hojas verdaderas. *Myzus persicae* Sulz. para infectar plantas con BYV sólo precisa introducir el estilete en las células del mesófilo de la planta, dado que es un closterovirus y la transmisión es

de tipo semi-persistente, por lo que podemos suponer que el imidacloprid en plantas en ese estado fenológico no se encuentra en dichas células, y por tanto el pulgón podría infectar la planta sin morir o antes de morir, mientras que en plantas más adultas el imidacloprid sí llegaría a estas células y por tanto podría controlar al pulgón y la transmisión de BYV.

CONCLUSIONES

El insecticida imidacloprid incorporado al pildorado de la semilla se muestra muy eficaz para el control de *Myzus persicae* Sulz. y con una alta persistencia (84 días), proporcionando una buena protección al cultivo, en siembras no muy tempranas, en las infecciones debidas al primer vuelo de los pulgones de esta especie. En el caso de *Aphis fabae* Scop., esta protección es menos eficaz y en el caso de siembra tempranas puede no solaparse la persistencia del producto con los primeros vuelos de este pulgón.

El control del imidacloprid sobre pulgones, se traduce en un control aceptable en la transmisión de los virus BYV y BMVY por *Myzus persicae* Sulz. aunque no en la transmisión por *Aphis fabae* Scop.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con financiación del CICYT, Número AGR91-0058-C02.

Los autores desean expresar su agradecimiento a Semillas seleccionadas de remolacha S.A. por haber suministrado la semilla EVA con el insecticida imidacloprid incor-

porado a la píldora y al Dr. G. Devine (Rottingham Experimental Station, Harpenden-UK) por los ensayos realizados para la clasificación de resistencia a insecticidas de los *Myzus persicae* Sulz. empleados en los ensayos.

A José M.^a Astigarraga, Gabriel Quesada y Rufino Aranz por la colaboración prestada durante todo el desarrollo del ensayo.

ABSTRACT

PÉREZ DE SAN ROMÁN, C.; ORTIZ, A. y AYALA, J., 1995: Effect of imidacloprid on *Myzus persicae* Sulz. and *Aphis fabae* Scop. control and on transmission of beet yellow virus (BYV) and beet mild yellowing virus (BMV). *Bol. San. Veg. Plagas*, 21(4): 551-558.

Imidacloprid is a systemic insecticide, which applied during the seed pelleting process at 90 g per unit of seed, gives a long persistence and a good control of *Myzus persicae* Sulz. (against resistant clones R₃ y R₂) and a poor control of *Aphis fabae* Scop., in greenhouse. The control *Myzus persicae* Sulz. reduced significantly infection by BYV (Beet yellow virus) and BMV (Beet mild yellowing virus) in sugar beet, but had no effect on transmission of the two viruses by *Aphis fabae* Scop.

REFERENCIAS

- ADAMS, J. B. y VAN EMDEN, H. F., 1972: *The biological properties of aphid and their host plant relationships*. *Aphid Tecnology*. ED. Academic Press. London and New York. 344 pp.
- DEVONSHIRE, A. L.; MOORES, G. D. y FRENCH-CONSTANT, R. H., 1986: Detection of insecticide resistance by immunological estimation of carboxylesterase activity in *Myzus persicae* Sulz. (Sulzer) and cross reaction of the antiserum with *Phorodon humili* (Schrank) (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research*, 76: 97-107.
- DEWAR, A. M., 1986: Forecasting and control of virus yellows and aphids in sugar beet. *British Sugar Beet Review*, 53(2): 49-52.
- DEWAR, A. M., 1992: The effects of imidacloprid on aphids and virus yellows in sugar beet. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 45(3): 423-442.
- DEWAR, A. M. y READ, L. A., 1990: Evaluation of an insecticidal seed treatment, imidacloprid, for controlling aphids on sugar beet. *Proceedings of Brighton Crop protection Conference - Pests and diseases*, 721-726.
- DEWAR, A. M. y READ, L. A., 1991: A tale of two epidemics. *British Sugar Beet Review*, 59(1): 8-12.
- DEWAR, A. M.; READ, L. A.; HALLSWORTH, P. B. y SMITH, H. G., 1992a: Effect of imidacloprid on transmission of viruses by aphids in sugar beet. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Pest and diseases*, 563-568.
- DEWAR, A. M.; READ, L. A.; THORNHILL, W. A.; SMITH, S. D. J. y DEVONSHIRE, A. L., 1992b: The effect of established and novel aphicides on resistant *Myzus persicae* Sulz. (Sulz.) on sugar beet under field cages. *Crop Protection*, 11: 21-26.
- DIXON, A. F. G., 1978: *Biology of Aphids*. *Studies in Biology*, n.º 44. The Carmelot Press Ltd. Southampton. UK. 58 pp.
- DUFFUS, J. E., 1972: Beet western yellows virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*, n.º 89.
- INFORME TÉCNICO, 1993: Resultados de Investigación 1992. Departamento de Producción Vegetal. *Informe Técnico* n.º 48. Ed. Servicio Central de Publicaciones de Gobierno Vasco. 329 pp.
- MEMORIA AIMCRA, 1989: *Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1988/1989. Siembra primavera 1988. Zona Norte*. Ed. AIMCRA. 298 pp.
- MEMORIA AIMCRA, 1990: *Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1989/1990. Siembra primavera 1989. Zona Norte*. Ed. AIMCRA. 227 pp.
- MEMORIA AIMCRA, 1991: *Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1990/1991. Siembra primavera 1990. Zona Norte*. Ed. AIMCRA. 360 pp.
- MEMORIA AIMCRA, 1992: *Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1991/1992. Siembra primavera 1991. Zona Norte*. Ed. AIMCRA. 417 pp.
- MEMORIA AIMCRA, 1993: *Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1992/1993. Siembra primavera 1992. Zona Norte*. Ed. AIMCRA. 405 pp.

PÉREZ DE SAN ROMÁN, C.; AYALA, J.; ORTIZ, A. y JUAN-
CHE, J., 1991: *Amarillez virosa de la remolacha*. Ed.
Diputación Foral de Alava, 122 pp.
RUSSELL, G. E., 1970: Beet yellow virus. CMI/AAB.
Descriptions of Plant Viruses, n.º 13.

SMITH, H. G., 1989: Distribution and infectivity of ye-
llowing viruses in field-grow sugar beet plants. *An-
nals of Applied Biology*, **114**: 481-487.

(Aceptado para su publicación: 23 noviembre 1994)