

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
E. T. S. D'ENGINYERIA AGRARIA

TESIS DOCTORAL

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE  
LA BIOLOGIA DE LOS PULGONES DE  
CEREALES Y DE LA EPIDEMIOLOGIA  
DEL VIRUS DEL ENANISMO  
AMARILLO DE LA CEBADA (BYDV)  
EN LA ZONA DE REGADIO DE LLEIDA

JORDI COMAS I ANGELET

1991



### III.5 Prospección de BYDV en gramíneas cultivadas en la zona de regadío de LLeida.

#### III.5.1 Presencia del BYDV en campos de cereales forrajeros y ricio de cereales

En la tablas 14, 15 y 16 se muestra el resultado del test ELISA realizado en las muestras tomadas en campos de cereales de invierno para aprovechamiento forrajero, y de ricio de cereales, en invierno y principios de primavera, durante las campañas 1987-88, 1988-89, y 1989-90, respectivamente.

Aunque no se ha cuantificado la incidencia del BYDV en ellos - debido a que el muestreo fue dirigido a las plantas que mostraban síntomas característicos de BYD - hay que destacar que en casi todos los campos visitados se encontró una gran proporción de plantas mostrando síntomas que, posteriormente, dieron en su mayoría positivo en el test ELISA - alrededor del 70 % -.

Los aislados de BYDV predominantes son tipo PAV y tipo MAV, tanto en infecciones simples, como en infecciones mixtas. La presencia del aislado tipo RPV es inferior a la de los dos aislados anteriores, encontrándose mayoritariamente en infecciones mixtas con los aislados tipo MAV y PAV.

La presencia de BYDV, fue bastante estable en las tres campañas de estudio, tanto en lo que se refiere a la proporción encontrada de aislados tipo PAV, MAV y RPV, como a la proporción de muestras seropositivas del total muestreado (tablas 14, 15 y 16).

Tabla 14. Presencia de BYDV en campos comerciales de cereales forrajeros (CF) y ricio de cereales(R) durante la campaña 1987-88.

Localidad	Cultivo	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo									
				PAV	MAV	RPV	PAV	PAV	MAV	PAV	Total		
							+	+	+	+			
Fondarella	R	29.12.87	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palau d'A.-1	R	29.12.87	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raimat	R	01.02.88	17	2	0	0	13	0	0	0	0	15	
Bell-lloc	R	05.02.88	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gimeneills	R	05.02.88	15	11	0	0	0	0	0	0	4	4	
Alpicat-1	CF	08.02.88	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palau d'A.-2	CF	29.02.88	15	0	0	0	8	0	0	0	0	0	
Sidamunt	R	"	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torregrossa	R	"	15	5	2	0	4	0	0	0	2	13	
Lleida-1	R	"	8	3	1	0	0	0	0	0	0	4	
Lleida-2	CF	01.03.88	20	7	5	0	5	0	1	0	0	18	
Almacelles	R	03.03.88	10	0	0	0	9	0	0	1	0	11	
Lleida-3	CF	04.03.88	10	0	6	0	0	0	0	0	0	6	
Alfarràs	CF	11.03.88	15	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balaguer	CF	"	15	0	7	0	5	0	1	0	0	13	
Alpicat-2	CF	"	6	0	1	0	5	0	0	0	0	6	
Termens	CF	"	14	3	0	0	6	0	0	0	0	9	
Almenar	CF	"	15	0	2	0	8	0	0	4	0	14	
Castelló F.	CF	"	15	3	3	0	4	0	0	1	0	8	
Linyola	CF	23.03.88	14	2	0	0	10	0	0	0	0	12	
Castell del R.	CF	"	15	0	2	0	11	0	0	0	0	13	
Vallfogona de B.	CF	08.04.88	25	9	8	3	0	0	0	1	0	21	
<b>TOTAL</b>			<b>229*</b>	<b>45*</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>188</b>		
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>19,6</b>	<b>16,2</b>	<b>1,3</b>	<b>38,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>5,7</b>	<b>82,1</b>			

(Valores totales seguidos de '\*' no incluyen las muestras testadas unicamente con el antisuero tipo PAV)

Tabla 15. Presencia de BYDV en campos comerciales de cereales forrajeros (CF) y ricio (R) durante la campaña 1988-89.

Localidad	Cultivo	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							
				PAV				MAV			
				PAV	MAV	RPV	PAV +	MAV +	RPV +	MAV+PRV	Total
Gimenells-1	CF	10.03.89	10	0	2	0	0	0	0	2	4
Raimat	R	"	15	10	0	0	2	0	1	0	13
Castellidans-1	CF	13.03.89	10	6	0	0	0	0	0	2	8
Juneda	CF	"	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Puiggros	CF	"	10	8	-	-	-	-	-	-	-
Almacelles	CF	20.03.89	10	1	2	0	3	0	1	0	7
Gimenells-2	CF	"	6	0	0	0	0	0	2	0	2
Balaguer	CF	"	10	0	0	0	4	2	2	2	10
Castellidans-2	CF	22.03.89	10	1	0	0	5	0	0	0	6
Castell del R	R	04.05.89	14	9	0	0	1	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>			<b>90*</b>	<b>27*</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>60</b>
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>30,0</b>	<b>4,4</b>	<b>0,0</b>	<b>16,7</b>	<b>2,2</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>66,7</b>	

(Valores totales seguidos de '\*' no incluyen las muestras testadas únicamente con el antisuero tipo PAV)

Tabla 16. Presencia de BYDV en campos comerciales de cereales forrajeros (CF) y ricio (R) durante la campaña 1989-90.

Localidad	Cultivo	Fecha	número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							
				PAV				MAV			
				PAV	MAV	RPV	PAV +	MAV +	RPV +	MAV+PRV	Total
Bell-lloc	CF	03.03.90	3	2	0	0	1	0	0	0	3
Castell del R	R	06.04.90	10	0	3	0	7	0	0	0	10
Mollerussa	CF	"	12	1	0	3	0	0	0	0	4
Linyola-1	R	"	10	2	1	1	0	0	0	0	4
Balaguer	CF	"	10	5	1	0	0	0	0	0	6
Lleida-1	CF	"	10	3	0	0	4	1	0	2	10
Lleida-2	R	"	10	1	4	0	1	0	0	0	6
Linyola-2	R	"	11	0	3	0	1	0	0	0	4
<b>TOTAL</b>			<b>76</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>47</b>
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>18,4</b>	<b>15,8</b>	<b>5,3</b>	<b>18,4</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>61,8</b>	

### III.5.2 Prospección de BYDV en campos de cereales de invierno

En las tablas 17, 18, y 19, se muestra el resultado del test ELISA realizado sobre las muestras resultantes de la prospección realizada en campos de cereales de invierno durante las campañas 1987-88, 1988-89, y 1989-90. A finales de invierno, y en primavera la presencia relativa de los aislados de BYDV tipo PAV, MAV, y RPV fue variable de campaña en campaña.

En la campaña 1987-88 la incidencia del aislado tipo PAV fue muy importante especialmente a finales de primavera, de una manera global, desde los primeros muestreos realizados en marzo hasta los últimos realizados en junio, fue del 52,5 % - considerando tanto las muestras con infecciones simples, como las que contenían infecciones mixtas con otros aislados -. La incidencia del aislado tipo MAV fue menor, del 27,6 %, principalmente en forma de infecciones mixtas con el aislado tipo PAV. No se detectó la presencia del aislado tipo RPV.

En la campaña 1988-89 la incidencia del aislado tipo PAV fue muy inferior al de la campaña anterior, del 6,6 % - considerando tanto las infecciones simples como las mixtas con otros aislados -. La incidencia del aislado tipo MAV se mantuvo en valores similares al de la campaña anterior, 27,8 %. La incidencia del aislado tipo RPV fue muy pequeña, 1,5 % principalmente en forma de infecciones mixtas con los aislados tipo MAV y PAV.

Finalmente, en la campaña 1989-90 la incidencia del aislado tipo PAV fue también importante, aunque inferior al de la campaña 1987-88, 26,1 %. La incidencia del aislado tipo MAV fue algo superior al de las dos campañas anteriores, 31,2 %, principalmente en forma de infecciones simples. La incidencia del aislado tipo RPV fue algo mayor que el de las dos campañas anteriores, 7,4 %, tanto en forma de infecciones simples como mixtas.

Tabla 17. Prospección de BYDV en campos comerciales de cereales de invierno durante la campaña 1987-88. (T: trigo, C: cebada).

Localidad	Cultivo	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							
				PAV		PAV +		MAV		PAV +	
				PAV	MAV	RPV	MAV	RPV	RPV	MAV+PRV	Total
Almacelles	T	11.03.88	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Raimat	T	"	16	4	-	-	-	-	-	-	-
Raimat	C	18.03.88	17	3	1	0	0	0	0	0	4
Raimat	T	"	15	4	-	-	-	-	-	-	-
Balaguer-1	T	"	16	10	1	0	0	0	0	0	1
Gimenells-1	C	"	7	1	-	-	-	-	-	-	-
Algerri	C	"	21	13	-	-	-	-	-	-	-
Alfarràs	C	"	32	2	-	-	-	-	-	-	-
Bell-lloc	T	"	9	0	-	-	-	-	-	-	-
Poal	T	23.03.88	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Raimat	T	"	17	6	-	-	-	-	-	-	-
Palau d'A.	T	"	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Sidamunt	C	"	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Vilanova de B.	T	"	21	0	-	-	-	-	-	-	-
Termens	C	27.05.88	10	1	0	0	3	0	0	0	4
Vallfogona de B.	T	"	20	14	-	-	-	-	-	-	-
Els Alamus	T	28.05.88	10	2	0	0	7	0	0	0	9
Almenar	T	"	20	19	-	-	-	-	-	-	-
Mollerussa-1	T	31.05.88	20	8	0	0	12	0	0	0	20
Mollerussa-2	T	"	10	5	0	0	5	0	0	0	10
Miralcamp	T	"	19	9	-	-	-	-	-	-	-
Golmés	T	"	15	5	3	0	7	0	0	0	15
Vilanova	T	"	15	14	-	-	-	-	-	-	-
Bellpuig	T	01.06.88	10	0	0	0	10	0	0	0	10
Preixens	T	"	7	7	0	0	0	0	0	0	7
Arbeca	T	"	20	17	-	-	-	-	-	-	-
Preixana-1	T	"	20	19	-	-	-	-	-	-	-
Castellserà	T	"	20	18	-	-	-	-	-	-	-
Torregrossa	C	02.06.88	20	5	0	0	4	0	0	0	9
El Poal	T	"	20	13	-	-	-	-	-	-	-
Balaguer-2	T	"	20	15	-	-	-	-	-	-	-
Bellcaire	T	"	20	8	-	-	-	-	-	-	-
Almenar	T	03.06.88	10	0	0	0	3	0	0	0	3
Gimenells-2	T	"	20	18	-	-	-	-	-	-	-
Raimat	T	"	20	19	-	-	-	-	-	-	-
Preixana-2	T	07.06.88	10	8	0	0	0	0	0	0	8
Almacelles	T	"	10	4	0	0	3	0	0	0	7
Tornabous	T	08.06.88	30	24	-	-	-	-	-	-	-
Lleida	C	28.06.88	20	18	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			213*	58*	5	0	54	0	0	0	117
% muestras positivas en el test ELISA				27,2	2,3	0,0	25,3	0,0	0,0	0,0	54,8

(Valores totales seguidos de '\*' no incluyen las muestras testadas unicamente con el antisuero tipo PAV)

Tabla 18. Prospección de BYDV en campos comerciales de cereales de invierno durante la campaña 1988-89, (T: trigo, C: cebada).

Localidad	Cultivo	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							Total
				PAV		PAV +		MAV +		MAV+PRV	
				PAV	MAV	RPV	MAV	RPV	RPV		
Almacelles-1	C	20.03.89	20	2	3	0	2	0	1	0	8
Gimenells-1	C	"	10	0	6	0	0	0	0	0	6
Raimat	C	"	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Bell-lloc	C	21.03.89	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Torregrossa	T	"	10	1	4	1	0	0	0	0	6
Alcoledge	T	22.03.89	10	0	0	0	0	0	0	0	0
La Ràpita-1	C	"	15	14	0	0	0	0	0	1	15
La Ràpita-2	T	"	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Almacelles-2	C	04.05.89	20	0	9	0	0	0	0	0	9
Almacelles-3	T	"	20	0	9	0	0	0	0	0	9
Gimenells	T	30.05.89	16	2	1	0	0	0	1	1	5
Lleida	T	"	4	0	4	0	0	0	0	0	4
Mollerussa	T	"	10	0	8	0	0	0	0	0	8
Poal	T	"	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Torregrossa	T	"	19	0	8	0	0	0	0	0	8
Lleida-2	T	01.06.89	20	0	9	0	0	0	0	0	9
Lleida-3	T	"	10	0	4	0	0	0	0	0	4
Alcoledge	T	02.06.89	20	1	0	0	0	0	0	0	1
Balaguer	T	"	10	0	5	0	0	0	0	0	5
Castell del R.	T	"	10	0	1	0	0	0	0	0	1
Linyola	T	"	20	0	10	0	0	0	0	0	10
Palau d'A.-1	T	"	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Termens	T	"	10	0	2	0	0	0	0	0	2
Torregrossa	T	"	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau d'A.-2	T	05.06.89	13	0	10	0	0	0	0	0	10
Almacelles	T	29.06.89	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimenells-2	C	"	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimenells-3	T	"	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Sucs	T	"	15	0	3	0	0	0	0	0	3
TOTAL			369	21	96	1	2	0	2	2	123
x muestras positivas en el test ELISA				5,4	26,0	0,3	0,6	0,0	0,6	0,6	33,5

Tabla 19. Prospección de BYDV en campos comerciales de cereales de invierno durante la campaña 1989-90, (T: trigo, C: cebada).

Localidad	Cultivo	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							
						PAV +	PAV +	MAV +	PAV +		
				PAV	MAV	RPV	MAV	RPV	RPV	MAV+RPV	Total
Alpicat	C	26.04.90	10	0	1	1	1	0	1	1	5
Almacelles	T	"	10	0	5	0	0	0	0	0	5
Gimenells-1	C	"	10	2	0	0	1	0	0	1	4
Gimenells-2	T	"	10	0	1	0	0	0	1	0	2
Raimat	T	"	10	2	0	1	1	0	0	0	4
Sucs	T	"	10	0	4	1	0	0	0	0	5
Balaguer	T	30.04.90	10	2	0	0	4	0	0	0	6
Bellcaire-1	T	"	10	0	2	0	0	0	0	0	2
Bellcaire-2	T	"	10	5	0	0	1	0	0	0	6
Bellpuig	T	"	10	0	2	0	4	0	2	0	8
Puigverd	T	"	10	6	0	1	0	1	0	0	8
Tàrrega	T	"	10	2	0	0	4	0	0	0	6
Tornabous	T	"	10	1	1	1	1	0	0	0	4
Termens	T	"	10	2	2	0	0	0	0	0	4
Torregrossa	C	"	10	0	2	0	0	0	0	0	2
Vilanova de la B.	C	"	10	0	7	0	0	0	0	0	7
<b>TOTAL</b>			<b>160</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>78</b>
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>13,7</b>	<b>16,9</b>	<b>3,1</b>	<b>10,6</b>	<b>0,6</b>	<b>2,5</b>	<b>1,2</b>	<b>48,7</b>	

### III.5.3 Prospección de BYDV en campos de maíz

En las tablas 20, 21, y 22, se muestra el resultado del test ELISA realizado en las muestras procedentes de la prospección realizada en campos comerciales de maíz durante los meses de septiembre de los veranos de 1988, 1989, y 1990.

El porcentaje de muestras de resultado positivo, durante las tres campañas de estudio fue relativamente elevado, especialmente en las campañas 1987-88, y 1988-89. La proporción entre aislados tipo PAV, MAV, y RPV se mantuvo estable a lo largo de las dos primeras campañas, 10, 65, y 25 % en aislados tipo PAV, MAV, y RPV respectivamente, mientras que en la campaña 1989-90, la de menor incidencia del virus, la proporción del aislado tipo MAV fue superior, 1, 90, y 6 % en los tres aislados respectivamente.

Hay que destacar muy especialmente la gran incidencia del aislado tipo MAV en el maíz, principalmente en forma de infecciones simples. Y destacar también, la del aislado tipo RPV, principalmente en forma de infecciones dobles con BYDV tipo MAV, y en infecciones triples de los tres aislados. La presencia del aislado tipo RPV es muy superior a la encontrada en los cereales forrajeros, ricio de cereales, y cereales de invierno.

Finalmente hay que resaltar, el que las muestras positivas en el test ELISA con el antisuero tipo PAV es relativamente pequeño, en este cultivo, y sólo se presenta en infecciones mixtas con los restantes aislados.

En la tabla 23 se muestra el resultado comparado, de los tests ELISA e ISEM realizados sobre las mismas muestras, con el fin de confirmar el diagnóstico obtenido en muestras de maíz, con el test ELISA. Del resultado de dicha comparación se deduce que las muestras seropositivas coinciden con muestras con un elevado número de partículas virales por campo.

En las figuras 13 y 14 se muestran dos fotografías tomadas a través del microscopio electrónico de dos muestras preparadas para el test ISEM, en las que se pueden observar las partículas virales con el perfil hexagonal característico de BYDV. Dichas partículas tienen un tamaño comprendido entre 25,2 y 28 nanómetros. Se observó, asimismo, la presencia de partículas, también de perfil hexagonal, de un diámetro aproximado de 16,8 nanómetros.

Tabla 20. Prospección de BYDV en campos comerciales de maíz durante la campaña 1987-88.

Localidad	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							Total
			PAV	MAV	RPV	PAV	PAV	MAV	PAV	
						+	+	+	+	
							MAV	RPV	MAV+RPV	
Sidamunt	12.09.88	10	0	3	0	0	0	0	5	8
Fondarella	"	8	0	3	0	0	0	2	3	8
Bellvís	"	10	0	0	0	0	0	0	1	1
Palau d'A.	"	10	0	7	0	0	0	1	0	8
Bell-lloc	"	9	0	3	0	0	0	6	0	9
El Poal	"	9	0	4	0	0	0	4	0	8
Almacelles-1	13.09.88	10	0	10	0	0	0	0	0	10
Almacelles-2	"	6	0	2	0	0	0	4	0	6
Almacelles-3	"	10	0	6	0	0	0	0	0	6
Termens	16.09.88	5	0	2	0	0	0	2	0	4
Vallfogona de B.	"	14	0	14	0	0	0	0	0	14
Balaguer	"	17	0	10	0	0	0	4	0	14
Lleida	"	9	0	4	0	0	0	2	3	9
Bellcaire	"	10	0	4	0	0	0	4	0	8
Castell del R.	"	10	0	6	0	0	0	4	0	10
Torregrassa-1	"	10	0	4	0	0	1	1	2	8
Torregrassa-2	"	10	0	7	0	0	0	0	0	7
Gimenells-1	20.09.88	14	0	10	0	0	0	0	0	10
Gimenells-2	"	10	2	0	0	1	0	0	6	9
Raimat	"	10	0	6	0	0	0	0	4	10
<b>TOTAL</b>		<b>201</b>	<b>2</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>167</b>
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>1,0</b>	<b>52,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>16,9</b>	<b>11,9</b>	<b>83,0</b>

Tabla 21. Prospección de BYDV en campos comerciales de maíz durante la campaña 1988-89.

Localidad	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							Total
			PAV	MAV	RPV	PAV	PAV	MAV	PAV	
						+	+	+	+	
Lleida	14.09.89	16	1	9	0	0	0	4	1	15
Mollerussa	"	16	0	5	0	0	0	8	3	16
Torregrossa	"	15	0	12	0	0	0	2	0	14
Balaguer	"	15	0	5	0	0	0	1	1	7
Bellcaire	"	14	0	7	0	0	0	7	0	14
Linyola	"	10	0	7	0	0	0	1	0	8
Palau d'A.	"	15	0	4	0	0	0	4	6	14
Castell del R.	"	12	0	9	0	0	0	0	0	9
Gimenells-1	20.09.89	12	0	5	0	0	0	4	3	12
Gimenells-2	"	16	0	5	0	0	1	5	3	14
Raimat	"	15	0	13	0	0	0	2	0	15
Suquets	"	13	0	5	0	0	0	3	0	8
Palau d'A.-1	26.09.89	10	0	5	0	0	0	2	3	10
Palau d'A.-2	"	11	0	8	0	1	0	0	1	10
Bell-lloc	"	15	0	4	0	0	0	4	6	14
<b>TOTAL</b>		<b>205</b>	<b>1</b>	<b>103</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47</b>	<b>27</b>	<b>180</b>
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>0,5</b>	<b>50,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>22,9</b>	<b>13,2</b>	<b>87,8</b>

Tabla 22. Prospección de BYDV en campos comerciales de maíz durante la campaña 1989-90

Localidad	Fecha	Número muestras testadas	Muestras positivas en el test ELISA con antisuero tipo							Total	
			PAV	MAV	RPV	PAV	PAV	MAV	PAV		
						+	+	+	+		
Termens	10.09.90	20	0	6	0	0	0	0	4	0	10
Lleida-1	17.09.90	15	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Sidamunt	"	15	0	11	0	0	0	0	0	0	11
Mollerussa	"	12	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Torregrossa	"	15	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Almenar	18.09.90	14	0	13	0	0	0	0	0	0	13
Raimat	"	16	0	11	0	0	0	0	0	0	11
Vilanova B.	19.09.90	18	0	2	0	0	0	0	1	1	4
Balaguer	"	15	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Vallfogona de B.	"	10	0	6	0	0	0	0	1	0	7
Palau d'A.	20.09.90	20	0	7	0	0	0	0	0	0	7
Bell-lloc	"	15	0	7	0	0	0	0	0	0	7
Bellvís	"	21	0	7	0	0	0	0	0	0	7
Lleida-2	24.09.90	15	0	10	0	0	0	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>		<b>221</b>	<b>0</b>	<b>96</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>103</b>
<b>% muestras positivas en el test ELISA</b>			<b>0,0</b>	<b>43,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,7</b>	<b>0,4</b>	<b>46,5</b>

Tabla 23. Número medio de partículas de BYDV detectado en el test ISEM, y valores medios de absorbancia en el test ELISA, realizados sobre algunas muestras de maíz.

<i>muestra</i>	<i>test ISEM</i> <i>número de partículas por campo</i>	<i>Valores de absorbancia</i> <i>con los antisueros tipo</i>		
		<i>PAV</i>	<i>MAV</i>	<i>RPV</i>
<i>1988-1</i>	<i>14</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>	<i>0,40</i>
<i>1988-2</i>	<i>20</i>	<i>0,12</i>	<i>0,14</i>	<i>1,05</i>
<i>1988-3</i>	<i>15</i>	<i>0,10</i>	<i>0,12</i>	<i>0,86</i>
<i>1989-1</i>	<i>15</i>	<i>0,09</i>	<i>0,11</i>	<i>0,84</i>
<i>1989-2</i>	<i>15</i>	<i>0,08</i>	<i>0,12</i>	<i>0,80</i>
<i>1990-1</i>	<i>6</i>	<i>0,06</i>	<i>0,08</i>	<i>0,35</i>
<i>1990-2</i>	<i>14</i>	<i>0,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,80</i>
<i>1990-3</i>	<i>15</i>	<i>0,10</i>	<i>0,15</i>	<i>0,84</i>

Figura 13. Partículas de BYDV observadas al microscopio electrónico (E: 1/100000 en la fotografía) mediante ISEM en tinción negativa en muestras procedentes de maíz.

Figura 14. Partículas de BYDV observadas al microscopio electrónico (E: 1/100000 en la fotografía) mediante ISEM en tinción negativa en muestras procedentes de maíz.

### III.6 Efecto de la época de siembra, y del tratamiento aficida de otoño sobre los pulgones y sobre BYDV en las parcelas experimentales

#### III.6.1 Efecto sobre los pulgones de cereales

En la figura 15 se expresan las densidades totales de población (*R. padi* + *S. avenae*) en las parcelas de siembra temprana no tratadas (S1-T0), y en las parcelas de siembra temprana tratadas con un aficida en otoño (S1-T1). En la tabla 24 se muestran por separado las densidades de población de *R. padi* y *S. avenae* en las parcelas (S1-T0), y en las parcelas (S1-T1). También se presenta el resultado del test t-student entre dichos tratamientos.

En la tabla 25 se comparan los niveles de población en las parcelas de siembra tardía (S2) con los niveles de población en las parcelas de siembra temprana no tratadas en otoño (S1-T0), a partir de los muestreos en los que empezaron a registrarse los primeros individuos en las S2.

##### III.6.1.1 Efecto del tratamiento aficida de otoño

En todas las campañas de estudio, el tratamiento insecticida de otoño fue muy efectivo para mantener los niveles de población desde poco después del tratamiento, hasta principios de primavera, a niveles significativamente muy inferiores a los de las parcelas no tratadas (S1-T0). Hay que destacar que a principios de primavera *S. avenae* es la especie que aumenta en primer lugar, posteriormente lo hace *R. padi*.

### III.6.1.2 Efecto de la época de siembra

En las 1986-87, 1987-88, y 1989-90 la colonización se produjo a mediados de marzo, mientras que en la campaña 1988-89, ésta no se produjo hasta principios de abril. Al igual que ocurre con las parcelas S1-T1 *S. avenae* es la especie que primero coloniza, y en mayor número, las parcelas de siembra tardía.

En los primeros muestreos las densidades de población en las parcelas S2 son significativamente inferiores a las de las parcelas testigo, pero rápidamente se igualan, o incluso en las S2 las densidades son superiores a las de las S1-T0.

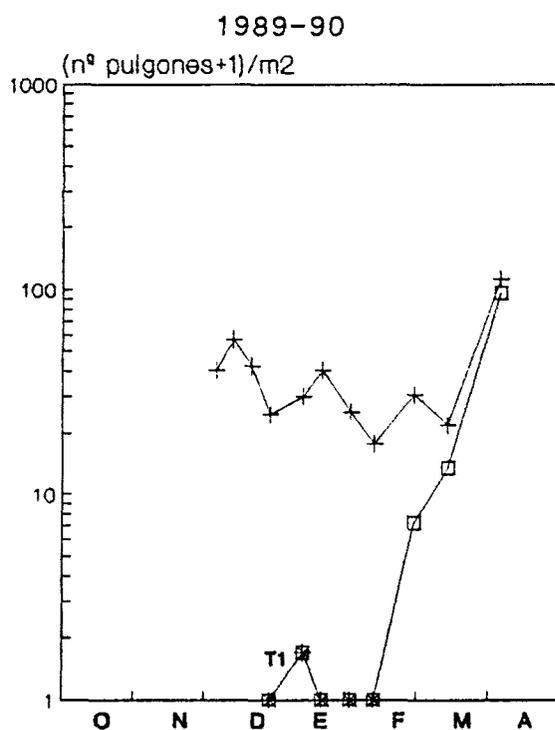
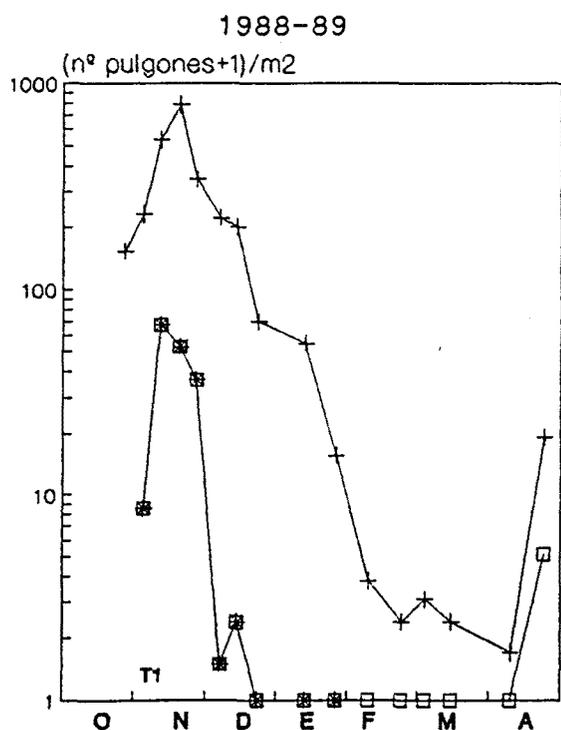
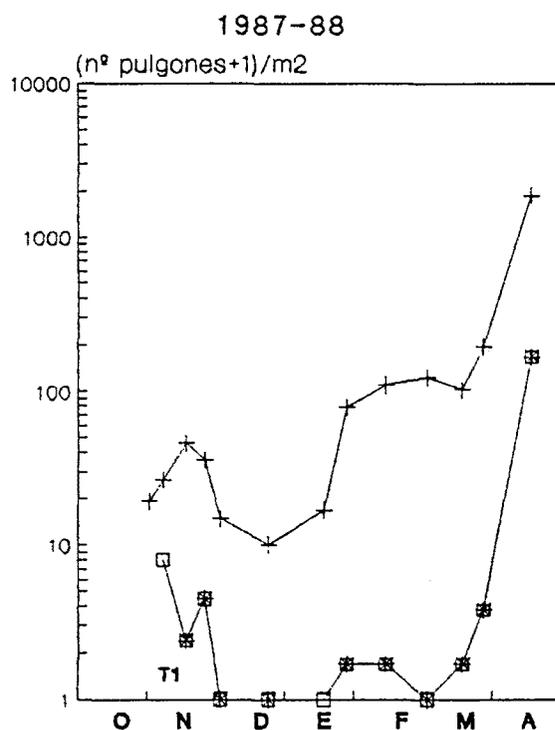
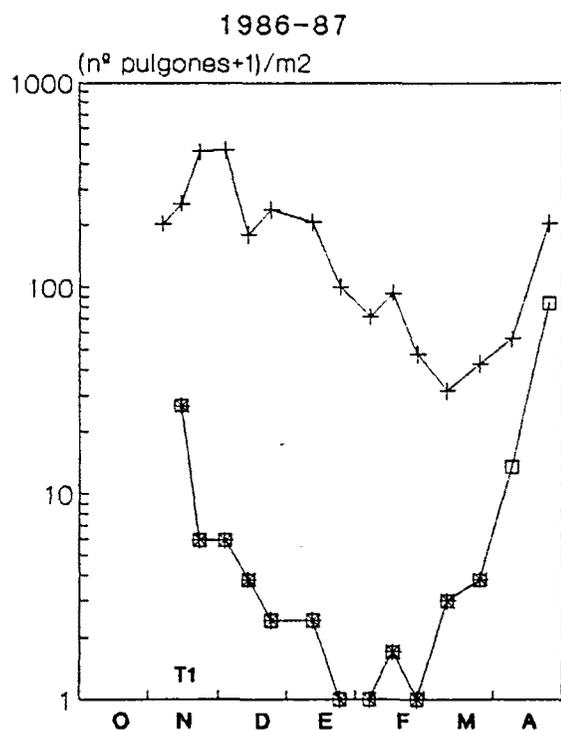


Figura 15. Densidades totales de poblaciones (*R. padi* + *S. avenae*) en las parcelas de siembra temprana no tratadas (S1-T0)(+++), y en las parcelas de siembra precoz con tratamiento aficida de otoño (S1-T1)(□ □ □), □ indica diferencias significativas entre S1-T0 y S1-T1 de acuerdo con la prueba-t de Student ( $p < 0,05$ ). (T1 indica el momento de aplicación del tratamiento aficida de otoño).

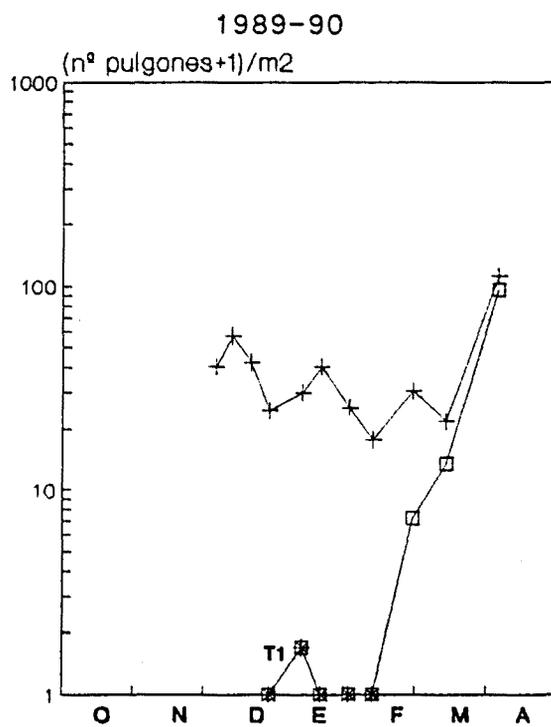
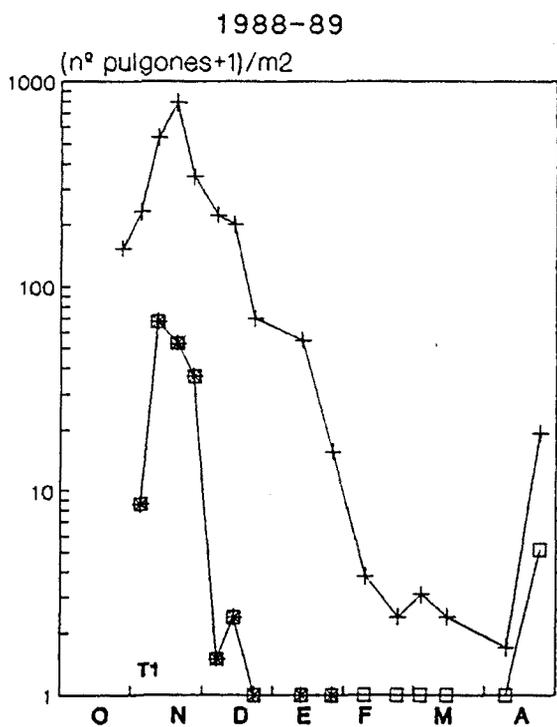
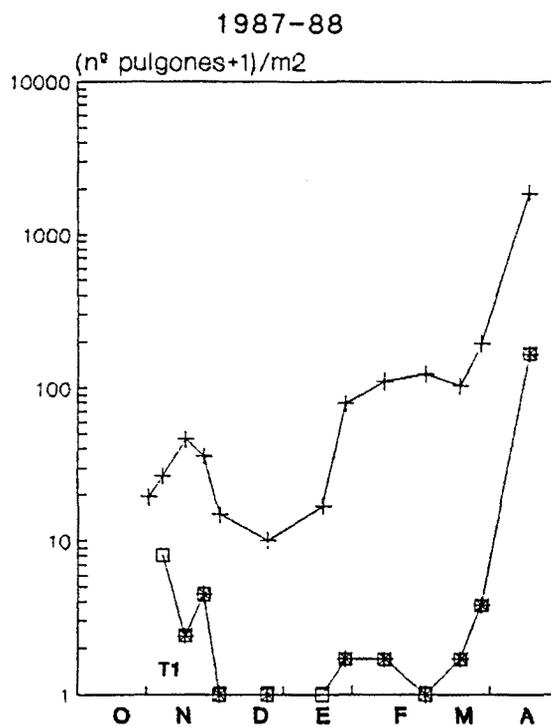
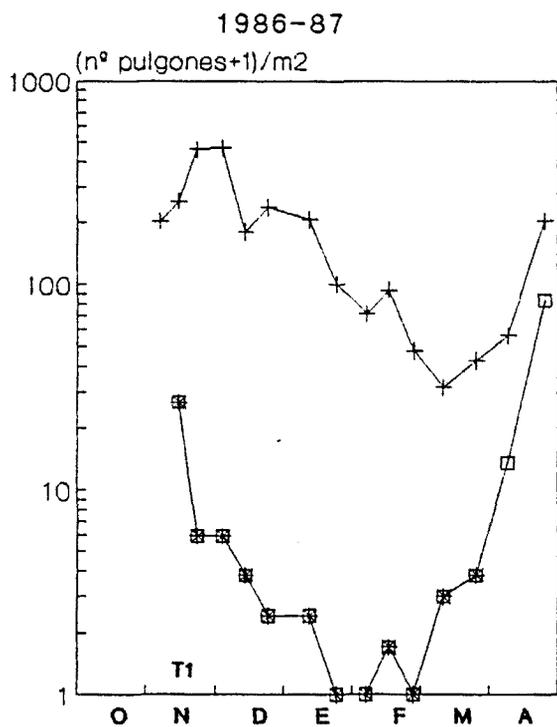


Figura 15. Densidades totales de poblaciones (*R. padi* + *S. avenae*) en las parcelas de siembra temprana no tratadas (S1-T0)(++++) y en las parcelas de siembra precoz con tratamiento aficida de otoño (S1-T1)(□ □ □), □ indica diferencias significativas entre S1-T0 y S1-T1 de acuerdo con la prueba-t de Student ( $p < 0,05$ ). (T1 indica el momento de aplicación del tratamiento aficida de otoño).

Tabla 24. Valores medios y errores típicos de las densidades de poblaciones (ind. /m<sup>2</sup>) de *R. padi* y *S. avenae* en las parcelas de siembra temprana, no tratadas (S1-T0) y en las parcelas de siembra temprana tratadas en otoño (S1-T1), durante las campañas 1986-87 y 1987-88. Valores seguidos de letras distintas, en cada fila, son significativamente distintos entre sí de acuerdo con la prueba-t de Student ( $p < 0,05$ ).

Fecha de muestreo	<i>R. padi</i>		<i>S. avenae</i>	
	S1-T0	S1-T1	S1-T0	S1-T1
<i>Campaña 1986-87</i>				
05.11.86	105,5 ± 18,6	-	97,9 ± 15,9	-
13.11.86	158,3 ± 15,5 a	16,7 ± 5,2 b	97,2 ± 17,9 a	9,0 ± 11,2 b
21.11.86	300,0 ± 36,6 a	4,2 ± 1,8 b	156,9 ± 37,7 a	0,7 ± 0,7 b
02.12.86	336,8 ± 57,1 a	4,2 ± 2,4 b	127,8 ± 37,7 a	0,7 ± 0,7 b
12.12.86	141,6 ± 23,3 a	2,1 ± 1,3 b	38,9 ± 3,0 a	0,7 ± 0,7 b
22.12.86	164,6 ± 21,5 a	1,4 ± 1,4 b	78,5 ± 18,6 a	0,0 ± 0,0 b
09.01.87	136,1 ± 12,3 a	1,4 ± 1,4 b	72,2 ± 15,7 a	0,0 ± 0,0 b
21.01.87	68,0 ± 5,1 a	0,0 ± 0,0 b	31,9 ± 8,6 a	0,0 ± 0,0 b
03.02.87	34,7 ± 6,9 a	0,0 ± 0,0 b	36,1 ± 8,6 a	0,0 ± 0,0 b
13.02.87	53,5 ± 6,9 a	0,7 ± 0,7 b	38,9 ± 11,7 a	0,0 ± 0,0 b
24.02.87	25,0 ± 5,6 a	0,0 ± 0,0 b	21,5 ± 8,4 a	0,0 ± 0,0 b
09.03.87	4,2 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 b	26,4 ± 3,3 a	2,1 ± 1,3 b
23.03.87	2,1 ± 0,6 a	0,0 ± 0,0 b	39,6 ± 8,4 a	2,8 ± 1,1 b
06.04.87	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	55,5 ± 15,5 a	12,5 ± 3,3 b
22.04.87	2,1 ± 1,2 a	0,0 ± 0,0 a	203,5 ± 86,3 a	83,3 ± 25,1 a
<i>Campaña 1987-88</i>				
31.10.87	7,6 ± 1,7	-	11,8 ± 4,4	-
06.11.87	9,0 ± 1,7 a	3,5 ± 3,5 a	16,6 ± 6,7 a	3,5 ± 1,3 a
16.11.87	18,7 ± 3,9 a	0,0 ± 0,0 b	26,4 ± 9,9 a	1,4 ± 0,8 b
24.11.87	15,9 ± 4,6 a	0,7 ± 0,7 b	18,7 ± 1,7 a	2,8 ± 3,9 b
01.12.87	6,9 ± 3,3 a	0,0 ± 0,0 a	6,9 ± 2,8 a	0,0 ± 0,0 a
22.12.87	6,2 ± 2,0 a	0,0 ± 0,0 b	2,8 ± 1,9 a	0,0 ± 0,0 a
15.01.88	9,0 ± 5,9 a	0,0 ± 0,0 a	6,9 ± 5,2 a	0,0 ± 0,0 a
25.01.88	52,7 ± 19,8 a	0,0 ± 0,0 b	24,9 ± 4,9 a	0,7 ± 0,7 b
11.02.88	65,9 ± 18,7 a	0,0 ± 0,0 b	46,5 ± 9,9 a	0,7 ± 0,7 b
29.02.88	59,0 ± 19,3 a	0,0 ± 0,0 b	63,2 ± 15,7 a	0,0 ± 0,0 b
15.03.88	38,8 ± 3,5 a	0,0 ± 0,0 b	63,2 ± 17,3 a	0,7 ± 0,7 b
24.03.88	31,2 ± 8,1 a	1,4 ± 1,4 b	162,5 ± 31,3 a	1,4 ± 1,4 b
14.04.88	677,7 ± 169,0 a	65,9 ± 18,2 b	1197,2 ± 154,6 a	101,4 ± 19,1 b

Tabla 24 (continuación). Valores medios y errores típicos de las densidades de poblaciones (ind. /m<sup>2</sup>) de *R. padi* y *S. avenae* en las parcelas de siembra temprana , no tratadas (S1-T0) y en las parcelas de siembra temprana tratadas en otoño (S1-T1), durante las campañas 1989-89 y 1989-90. Valores seguidos de letras distintas, en cada fila, son significativamente distintos entre sí de acuerdo con la prueba-t de Student (p<0,05).

Fecha de muestreo	<i>R. padi</i>		<i>S. avenae</i>	
	S1-T0	S1-T1	S1-T0	S1-T1
<b>Campaña 1988-89</b>				
26.10.88	56.2 ± 15.5	-	95,8 ± 8.8	-
03.11.88	138.2 ± 18.0 a	6,9 ± 0,8 b	93,7 ± 8,9 a	0,7 ± 0,7 b
10.11.88	327.1 ± 6.6 a	51,4 ± 12,8 b	206,2 ± 6,6 a	15,2 ± 5,6 b
18.11.88	606.2 ± 109,3 a	49,9 ± 4,9 b	184,0 ± 36,8 a	20,1 ± 1,3 b
25.11.88	267.3 ± 48,7 a	34,7 ± 9,7 b	74,9 ± 67,1 a	0,7 ± 0,7 b
05.12.88	170.8 ± 22,7 a	0,5 ± 0,5 b	52,1 ± 21,6 a	0,0 ± 0,0 b
12.12.88	161.1 ± 20,0 a	1,4 ± 0,8 b	38,2 ± 9,2 a	0,0 ± 0,0 b
21.12.88	52.0 ± 15,8 a	0,0 ± 0,0 b	16,6 ± 5,9 a	0,0 ± 0,0 b
10.01.89	48.6 ± 14,5 a	0,0 ± 0,0 b	4,8 ± 5,4 a	0,0 ± 0,0 b
23.01.89	11.8 ± 1,7 a	0,0 ± 0,0 b	2,8 ± 1,3 a	0,0 ± 0,0 b
06.02.89	1.4 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 a	1,4 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 a
20.02.89	0.7 ± 0,7 a	0,0 ± 0,0 a	0,7 ± 0,7 a	0,0 ± 0,0 a
02.03.89	0.0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	2,1 ± 0,7 a	0,0 ± 0,0 a
13.03.89	0.0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	1,4 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 a
07.04.89	0.7 ± 0,7 a	0,0 ± 0,0 a	5,5 ± 2,2 a	0,0 ± 0,0 a
21.04.89	5.5 ± 2,2 a	4,1 ± 2,4 a	12,5 ± 6,1 a	0,0 ± 0,0 a
<b>Campaña 1989-90</b>				
04.12.89	30,5 ± 7,2	-	9,0 ± 1,3 a	-
11.12.89	31,9 ± 10,5 a	-	24,3 ± 5,2 a	-
19.12.89	28,4 ± 8,6 a	-	13,3 ± 5,2 a	-
27.12.89	16,6 ± 3,0 a	0,0 ± 0,0 b	6,9 ± 1,7 a	0,0 ± 0,0 b
10.01.90	13,1 ± 3,8 a	0,7 ± 0,7 b	15,9 ± 7,4 a	0,0 ± 0,0 a
18.01.90	19,4 ± 3,7 a	0,0 ± 0,0 b	20,1 ± 1,3 a	0,0 ± 0,0 b
30.01.90	11,8 ± 2,0 a	0,0 ± 0,0 b	12,5 ± 5,1 a	0,0 ± 0,0 a
09.02.90	15,3 ± 4,6 a	0,0 ± 0,0 b	1,4 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 a
26.02.90	9,7 ± 2,4 a	6,3 ± 3,5 a	20,1 ± 12,1 a	0,0 ± 0,0 a
12.03.90	6,2 ± 3,6 a	9,0 ± 3,1 a	14,6 ± 3,6 a	3,5 ± 1,7 b
03.04.90	63,2 ± 12,3 a	68,7 ± 27,1 a	47,9 ± 17,7 a	26,4 ± 7,2 a

Tabla 25. Valores medios y errores típicos de las densidades de poblaciones (ind. /m<sup>2</sup>) de *R. padi* y *S. avenae* en las parcelas de siembra temprana, no tratadas (S1-T0) y en las parcelas de siembra tardía (S2), una vez se empieza registrar población en éstas últimas, durante las campañas 1986-87, 1987-88, 1988-89 y 1989-90. Valores seguidos de letras distintas, en cada fila, son significativamente distintos entre sí de acuerdo con la prueba t-Student ( $p < 0,05$ ).

Fecha de muestreo	<i>R. padi</i>		<i>S. avenae</i>	
	S1-T0	S2	S1-T0	S2
<b>Campaña 1986-87</b>				
09.03.87	4,2 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 b	26,4 ± 3,3 a	0,0 ± 0,0 b
23.03.87	2,1 ± 0,6 a	0,0 ± 0,0 b	39,6 ± 8,4 a	8,3 ± 4,1 b
06.04.87	0,0 ± 0,0 a	4,2 ± 2,1 a	55,5 ± 15,5 a	38,2 ± 2,8 a
22.04.87	2,1 ± 1,2 a	17,4 ± 6,7 a	203,5 ± 86,3 a	287,5 ± 18,0 a
<b>Campaña 1987-88</b>				
15.03.88	38,8 ± 3,5 a	0,0 ± 0,0 b	63,2 ± 17,3 a	0,0 ± 0,0 b
24.03.88	31,2 ± 8,1 a	1,4 ± 0,0 b	162,5 ± 31,3 a	139,0 ± 1,4 a
14.04.88	677,7 ± 169,0 a	154,1 ± 29,7 b	1197,2 ± 154,6 a	180,5 ± 22,1 b
<b>Campaña 1988-89</b>				
07.04.89	0,7 ± 0,7 a	0,0 ± 0,0 a	5,5 ± 2,2 a	0,0 ± 0,0 b
21.04.89	5,5 ± 2,2 a	2,1 ± 1,3 a	12,5 ± 6,1 a	4,8 ± 4,8 a
<b>Campaña 1989-90</b>				
09.02.90	15,3 ± 4,6 a	0,0 ± 0,0 b	1,4 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 a
26.02.90	9,7 ± 2,4 a	0,0 ± 0,0 b	20,1 ± 12,1 a	1,4 ± 0,0 a
12.03.90	6,2 ± 3,6 a	9,0 ± 0,0 a	14,6 ± 3,6 a	31,9 ± 8,2 a
03.04.90	63,2 ± 12,3 a	68,7 ± 0,0 a	47,9 ± 17,7 a	39,6 ± 4,3 a

### III.6.2 Efecto sobre la incidencia de BYDV

En la tabla 26 se expresan los porcentajes de muestras de resultado positivo en el test ELISA con el aislado tipo PAV obtenidos en los muestreos realizados en las campañas 1987-88, 1988-89 y 1989-90. Los resultados obtenidos para los aislados tipo MAV y RPV se expresan en las tablas 27 y 28 respectivamente.

La incidencia de los aislados tipo PAV y MAV fue relativamente importante, especialmente el segundo, mientras que la del aislado tipo RPV fue anecdótica. Hay que resaltar que mientras la incidencia del aislado tipo PAV en general fue disminuyendo desde los primeros muestreos hasta el último realizado a finales de mayo principios de junio - excepto en la campaña 1987-88 en el último muestreo se detectó un incremento, muy elevado, en la incidencia del virus -, la del aislado tipo MAV fue aumentando, aunque con oscilaciones, a medida que avanzaba la estación.

#### III.6.2.1 Efecto del tratamiento aficida de otoño

Respecto al porcentaje de muestras ELISA positivas para el antisuero tipo PAV - tanto en infecciones simples como mixtas con los antisueros tipo MAV y RPV -, hay que indicar que dichos porcentajes, en la campaña 1987-88 son significativamente menores en las parcelas S1-T1 que en las parcelas S1-T0, solamente en el primer muestreo. En la campaña 1988-89, en la que el porcentaje de muestras positivas en el test ELISA en el primer muestreo fue muy elevado, se detectaron las diferencias significativas en todos los muestreos. En la campaña 1989-90, si bien las diferencias significativas sólo se detectaron en el primer muestreo, hay que destacar que en las parcelas S1-T1 no se detectaron muestras positivas en el test ELISA para el

aislado tipo PAV.

A finales de primavera la incidencia del aislado tipo MAV fue relativamente elevada, especialmente en las campañas 1988-89 y 1989-90, campañas en las que la incidencia del aislado tipo PAV fue menor. Sólo se han observado diferencias significativas en los porcentajes de muestras positivas para el aislado tipo MAV - tanto en infecciones simples como mixtas -, entre las parcelas S1-T0 y las parcelas S1-T1 en el primer muestreo de la campaña 1987-88.

#### III.6.2.2 Efecto de la época de siembra

En las parcelas de siembra tardía la incidencia del aislado tipo PAV fue muy pequeña o nula, y es significativamente inferior a la de las parcelas testigo. Únicamente en la campaña 1987-88 el porcentaje de muestras seropositivas, en el último muestreo fue elevado (75 %), pero también es significativamente inferior al de las parcelas S1-T0.

La incidencia del aislado tipo MAV, en las parcelas S2 fue relativamente elevada. La tendencia que se observa en la evolución de los porcentajes de muestras seropositivas en los sucesivos muestreos, para este aislado se caracteriza porque se observa un incremento continuado, de manera que en los últimos muestreos la incidencia de dicho aislado en las parcelas S2 es significativamente superior al de las parcelas testigo.

En las parcelas S2 la incidencia del aislado tipo RPV fue anecdótica.

Tabla 26. Valores medios y errores típicos de los porcentajes de muestras de resultado positivo en el test ELISA, con el antisuero tipo PAV, en las parcelas experimentales de siembra temprana-no tratadas (S1-T0), en las parcelas de siembra temprana-tratadas en otoño (S1-T1), y en las parcelas de siembra tardía (S2). Los porcentajes de muestras seropositivas incluyen las infecciones mixtas. Valores seguidos de letras distintas, en cada fila, son significativamente distintos entre sí de acuerdo con la prueba t-Student( $p < 0,05$ ).

Fecha	GS	Número de cultivo muestras	% muestras infectadas		
			S1-T0	S1-T1	S2
<i>Aislado tipo PAV</i>					
<i>Campaña 1987-88</i>					
11.02.88	31	54	18,3 ± 1,2 a	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b
25.03.88	45	40	15,0 ± 5,0 a	2,5 ± 2,5 a	0,0 ± 0,0 b
25.05.88	79	40	98,2 ± 1,8 a	95,0 ± 5,0 a	75,0 ± 3,6 b
<i>Campaña 1988-89</i>					
13.04.89	58	40	82,5 ± 4,5 a	21,8 ± 7,5 b	0,0 ± 0,0 c
08.05.89	71	42	76,1 ± 2,8 a	7,5 ± 2,5 b	0,0 ± 0,0 c
05.06.89	83	40	22,5 ± 7,5 a	2,5 ± 2,5 b	0,0 ± 0,0 b
<i>Campaña 1989-90</i>					
09.02.90	30	54	15,0 ± 2,9 a	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b
12.03.90	41	40	5,0 ± 5,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
20.04.90	65	40	4,3 ± 2,5 a	0,0 ± 0,0 a	2,5 ± 2,5 a
25.05.88	71	40	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	2,5 ± 2,5 a

Tabla 27. Valores medios y errores típicos de los porcentajes de muestras de resultado positivo en el test ELISA, con el antisuero tipo MAV, en las parcelas experimentales de siembra temprana-no tratadas (S1-T0), en las parcelas de siembra temprana-tratadas en otoño (S1-T1), y en las parcelas de siembra tardía (S2). Los porcentajes de muestras seropositivas incluyen las infecciones mixtas. Valores seguidos de letras distintas, en cada fila, son significativamente distintos entre sí de acuerdo con la prueba t-Student( $p < 0,05$ )

Fecha	GS	Número de cultivo muestras	% muestras infectadas		
			S1-T0	S1-T1	S2
<i>Aislado tipo MAV</i>					
<i>Campaña 1987-88</i>					
11.02.88	31	54	42,3 ± 3,7 a	20,7 ± 7,1 b	0,0 ± 0,0 c
25.03.88	45	40	32,3 ± 4,7 a	18,3 ± 5,4 a	37,5 ± 6,7 a
25.05.88	79	40	36,2 ± 9,2 a	37,5 ± 7,2 a	58,3 ± 3,6 b
<i>Campaña 1988-89</i>					
13.04.89	58	40	81,2 ± 9,5 a	56,2 ± 9,9 a	90,6 ± 0,0 c
08.05.89	71	42	43,7 ± 6,2 a	28,7 ± 9,8ab	62,5 ± 0,0ac
05.06.89	83	40	87,5 ± 7,3 a	75,0 ± 7,6 a	93,7 ± 0,0 a
<i>Campaña 1989-90</i>					
09.02.90	30	54	30,2 ± 6,6 a	27,5 ± 8,3 a	0,0 ± 0,0 b
12.03.90	41	40	95,0 ± 2,0 a	92,0 ± 3,2 a	10,5 ± 2,4 b
20.04.90	65	40	60,3 ± 9,6 a	50,0 ± 8,2 a	66,6 ± 5,2 a
25.05.90	71	40	72,0 ± 5,0 a	65,2 ± 5,3 a	76,1 ± 6,2 a

Tabla 28. Valores medios y errores típicos de los porcentajes de muestras de resultado positivo en el test ELISA, con el antisuero tipo RPV, en las parcelas experimentales de siembra temprana-no tratadas (S1-T0), en las parcelas de siembra temprana-tratadas en otoño (S1-T1), y en las parcelas de siembra tardía (S2). Los porcentajes de muestras seropositivas incluyen las infecciones mixtas. Valores seguidos de letras distintas, en cada fila, son significativamente distintos entre sí de acuerdo con la prueba t-Student ( $p < 0,05$ ).

Fecha	GS	Número de cultivo muestras	% muestras infectadas		
			S1-T0	S1-T1	S2
<i>Aislado tipo RPV</i>					
<i>Campaña 1987-88</i>					
11.02.88	31	54	2,5 ± 2,5 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
25.03.88	45	40	2,5 ± 2,5 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
25.05.88	79	40	8,3 ± 8,3 a	2,5 ± 2,5 a	4,2 ± 4,2 a
<i>Campaña 1988-89</i>					
13.04.89	58	40	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
08.05.89	71	42	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
05.06.89	83	40	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
<i>Campaña 1989-90</i>					
09.02.90	30	54	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
12.03.90	41	40	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
20.04.90	65	40	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
25.05.90	71	40	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a

### III.6.3 Relación entre las poblaciones de pulgones y la incidencia de BYDV en las parcelas experimentales

En otoño se observa una cierta relación entre las densidades de poblaciones de *R. padi* y *S. avenae* en el pico de otoño, y la incidencia del virus en los primeros muestreos, tanto en el aislado tipo PAV, como en el aislado tipo MAV. Así las campañas en las que el pico de otoño fue mayor, también lo fue la incidencia del virus en los primeros muestreos.

En las campañas 1987-88 y 1989-90, en las que se alcanzaron picos de población similares en otoño (45,1 y 56,2 individuos/m<sup>2</sup> respectivamente) la incidencia del virus en febrero fue también similar en ambas campañas (18,3 y 15 % respectivamente). En la campaña 1988-89, en la que en otoño el pico de población fue muy elevado (790,2 individuos/m<sup>2</sup>), la incidencia del BYDV en el primer muestreo también fue muy elevada (82,5 %).

En primavera el comportamiento que siguen los aislados tipo PAV y MAV es distinta. Así, mientras que la incidencia del aislado tipo PAV, parece estar especialmente relacionada con las densidades de población relativamente importantes de *R. padi*, a finales de invierno principios de primavera, la incidencia del aislado tipo MAV se mantiene mucho más estable de campaña en campaña, incluso en aquellos años en los que *S. avenae* se mantiene en densidades de población relativamente moderadas.

A principios de primavera, en la campaña 1987-88, se alcanzaron densidades de población extremadamente elevadas a principios de abril (*R. padi*: 679 individuos/m<sup>2</sup>; *S. avenae*: 1197 individuos/m<sup>2</sup>), ello coincide con una incidencia muy importante, a finales de mayo, del aislado tipo PAV (98,2 %), y una incidencia relativamente moderada del aislado tipo MAV (36,2 %).

En la campaña 1988-89 en la que las densidades de población a principios de abril fueron muy inferiores (*R. padi*: 0,7 individuos/m<sup>2</sup>; *S. avenae*: 5,5 individuos/m<sup>2</sup>), a principios de junio el porcentaje de muestras positivas en el test ELISA para el aislado tipo PAV fue relativamente moderada (22,5 %), y muy inferior a la detectada en los primeros muestreos, mientras que la del aislado tipo MAV fue elevada (87,5 %).

Finalmente en la campaña 1989-90, las densidades de población de *R. padi* y *S. avenae* a finales de abril fueron relativamente elevadas (63,2 y 47,9 individuos/m<sup>2</sup> respectivamente) a finales de mayo no se detectaron muestras infectadas con BYDV tipo PAV, mientras que la incidencia del aislado tipo MAV fue mucho más elevada (72,0 %) que en la campaña 1987-88.

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

#### IV. Discusión de los resultados

##### IV.1 Pulgones de cereales en la zona de regadío de Lleida

###### IV.1.1 Principales especies

La predominancia de especies hallada en el presente trabajo (apartado III.1) concuerda con estudios previos llevados a cabo en la misma zona (Pons, 1986), y también con los resultados de Castañera y Gutiérrez (1985) y Fereres *et al.* (1990), en el centro de España. *R. padi* y *S. avenae* son también las especies citadas como más comunes en cereales de invierno en Europa Occidental (Vickerman y Wratten, 1979; Carter *et al.*, 1980).

En el momento de la colonización de otoño *R. padi* es la especie dominante, mientras que a finales de invierno-principios de primavera lo es *S. avenae* (figura 5, tabla 6). Ello concuerda con los datos aportados por Pons (1986), en la misma zona de Lleida. En la zona Centro, Castañera y Gutiérrez (1985) también señalan que *S. avenae* se encuentra de una manera mucho más consistente en primavera, mientras que la presencia de *R. padi* es mucho más irregular de año a año. Y está también en consonancia con los resultados obtenidos en otros países de Europa Occidental (Dewar y Carter, 1984; Hand, 1989).

###### IV.1.2 Biología de *R. padi* y *S. avenae*

En la zona de regadío de Lleida, *P. padus* no se encuentra ni en forma espontánea ni como planta ornamental - aunque sí se encuentra en algunos lugares del pirineo leridano (De

Bolós y Vigo, 1984) -. Por otra parte, el hecho de que en la prospección realizada en busca de huevos de *R. padi*, en posibles huéspedes primarios alternativos, presentes en la zona, haya sido negativo (tabla 5), junto con que en otoño no se han encontrado formas sexuales (machos) de esta especie, en los cereales de invierno, parece indicar que *R. padi* es esencialmente anholocíclica en esta zona.

En los muestreos realizados, desde otoño hasta principios de primavera, en las parcelas experimentales, y también en campos comerciales de la zona, tampoco se han encontrado formas sexuales de *S. avenae*.

Todo ello está de acuerdo con la hipótesis formulada por Pons y Albajes (1987a), que establecen que en la zona de regadío de Lleida *R. padi* y *S. avenae* son esencialmente anholocíclicas. En general, en Europa Occidental, se considera que *R. padi* es una especie holocíclica de una manera dominante solamente en las zonas de Europa septentrional donde *P. padus* se da espontáneamente (Dixon, 1987). Respecto a *S. avenae*, se considera también que esta especie es fundamentalmente anholocíclica en la mayoría de las zonas cerealícolas europeas (Dixon, 1987). *S. avenae* solamente se cita como esencialmente holocíclica en el norte de Escocia (Newton y Dixon, 1988a).

Los muestreos sistemáticos realizados en las parcelas experimentales durante las campañas 1986-87, 1987-88, 1988-89 y 1989-90 (figura 5), y la prospección realizada en campos comerciales de la zona (tabla 6) ponen de manifiesto que tanto *R. padi* como *S. avenae* pueden sobrevivir durante el invierno en forma vivípara en la zona de Lleida en los cereales de invierno. Y está de acuerdo con los resultados de Pons (1986), en la misma zona.

En resumen, se puede establecer que en la zona de regadío de Lleida, *R. padi* y *S. avenae* se comportan como especies

anholocíclicas y que la invernación tiene lugar, al menos en una parte importante, en los cereales de invierno.

Parece, pues, importante determinar cuales son los factores que determinan la dinámica de las poblaciones anholocíclicas de ambas especies durante el invierno, máxime si se tiene en cuenta que en los últimos años las poblaciones de pulgones de cereales han aumentado en España y, probablemente se han convertido en la plaga más importante de los cereales, principalmente como vectores del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) (Castañera, 1988).

#### IV.2 Dinámica poblacional de *R. padi* y *S. avenae*, en cereales de invierno, desde la colonización del cultivo hasta principios de primavera

Entre los factores que se citan en la bibliografía que inciden de manera más importante sobre la dinámica de poblaciones de *R. padi* y *S. avenae*, se destaca la temperatura como factor fundamental. Varios autores han indicado que las bajas temperaturas son la causa principal de la mortalidad invernal y del declive de las poblaciones de pulgones que invernán de forma vivípara (Dean, 1974a; Dewar y Carter, 1984; Wellings y Dixon, 1987). Asimismo, las temperaturas bajas o moderadas también influyen de una forma importante sobre la fecundidad y desarrollo de las poblaciones de pulgones de cereales. Efectivamente, al disminuir la temperatura las tasas de desarrollo y reproducción de los pulgones también disminuyen. Y, por tanto, el resultado global es una disminución de la población (Rabbinge 1979; Dixon, 1987; Williams y Wratten, 1987).

#### IV.2.1 Efecto de las bajas temperaturas sobre la dinámica de poblaciones

En el presente trabajo no se ha encontrado ninguna correlación significativa entre la mortalidad y la suma de temperaturas por debajo de 0, -3, ó -6 °C, entre muestreos consecutivos, ni para *R. padi* ni para *S. avenae*. No obstante hay que señalar que ninguno de los cuatro años estudiados fue especialmente frío (tablas 3 y 4). Pons *et al.* (1991), analizando una serie de 7 años, en la zona de Lleida, sí encuentran que las bajas temperaturas influyen de una manera significativa sobre la mortalidad.

En el Norte y Centro de Europa Occidental, *R. padi* se ha señalado como más susceptible a las bajas temperaturas que *S. avenae*, tanto en condiciones de laboratorio (Dean, 1974b; Williams, 1980) como de campo (Dedryver y Gellé, 1982; Dewar y Carter, 1984). Sin embargo Griffiths y Wratten (1979) indican que las diferencias, en la susceptibilidad a las bajas temperaturas, entre clones de *R. padi* o *S. avenae* procedentes de latitudes distintas, son mayores que las diferencias existentes entre ambas especies.

En el presente trabajo no se ha encontrado ninguna evidencia de que *R. padi* sea más susceptible a las bajas temperaturas que *S. avenae*. Pons *et al.* (1991), aunque sí encuentran un efecto de las bajas temperaturas sobre la mortalidad de *R. padi* y de *S. avenae*, tampoco encuentran diferencias en la susceptibilidad a las bajas temperaturas entre ambas especies.

#### IV.2.2 Efecto global de la temperatura sobre la dinámica de poblaciones

Con el fin de determinar el efecto global de la temperatura sobre la dinámica de poblaciones, en las condiciones de ensayo, se han relacionado las tasas netas de incremento (TNI) de las poblaciones de *R. padi* y *S. avenae* con las temperaturas medias ( $t_m$ ) entre muestreos sucesivos, a partir del modelo:  $TNI = a * t_m + b$  (Dixon, 1987).

El análisis de la covarianza entre las TNI y las  $t_m$  demuestra que el modelo lineal es adecuado para relacionar ambas variables, y que no existen diferencias significativas de la regresión entre años (ver apartado III.1.3). Realizada la regresión anterior considerando globalmente los cuatro años de investigación, para cada especie, se encuentra que con la temperatura se puede explicar un 31 y un 40 %, para *R. padi* y *S. avenae* respectivamente, de la variabilidad total observada en las tasas netas de incremento de las poblaciones de dichas especies (ver apartado III.1.3). Ello parece indicar que existen otros factores distintos de la temperatura que inciden de una manera importante sobre la dinámica poblacional de estas especies.

Con el fin de detectar en qué muestreos la temperatura explica una parte menor de la variabilidad observada en las TNI de las poblaciones de *R. padi* y *S. avenae*, se ha realizado un análisis de los valores residuales en las regresiones anteriores. Para ello se han considerado únicamente los valores de las TNI reales que se apartan de una manera significativa ( $p < 0,05$ ) de los valores de TNI teóricos (figuras 10 y 11). En las campañas 1988-89, y 1989-90, especialmente en la primera, a principios de invierno, se observan valores de las TNI significativamente inferiores a los esperados, tanto para *R. padi* como para *S. avenae*. A finales de invierno-principios de primavera, el comportamiento de *R. padi* y *S. avenae* es distinto. En este

momento *R. padi* muestra siempre valores de las TNI significativamente inferiores a los esperados según el modelo, mientras que los valores de las TNI de *S. avenae* no lo son.

Dewar y Carter (1984) señalan que las diferencias en la 'performance' de *R. padi* y de *S. avenae* son debidas a que *R. padi* es más sensible a las bajas temperaturas que *S. avenae*. En las condiciones en las que se han realizado los ensayos no parece probable que se puedan atribuir dichas diferencias al efecto de las bajas temperaturas, ya que las mayores diferencias entre ambas especies tienen lugar precisamente a finales de invierno, cuando las temperaturas empiezan a recuperarse.

Aparte de la temperatura, la calidad de la planta huésped es uno de los factores que afectan de una manera más importante las tasas de desarrollo, reproducción y mortalidad de los pulgones de cereales (Dixon, 1987). Pons *et al.* (1991) señalan que la tasa neta de incremento de las poblaciones de pulgones de cereales, desde la colonización hasta finales de invierno, está inversamente correlacionada con el número de días desde la emergencia del cultivo (GS 10) hasta el comienzo de la elongación del tallo (GS 31), y que la duración de este período no está correlacionada con la integral térmica. Parece pues, que la celeridad con la que se desarrolla esta fase del cultivo influye sobre la dinámica de poblaciones de los pulgones de cereales, posiblemente porque es una medida indirecta de la calidad nutritiva del cultivo.

#### IV.2.3. Relación entre el cultivo y la dinámica de poblaciones de *R. padi* y *S. avenae*

Existe una notable coincidencia entre los retrasos en el desarrollo durante los estadios de crecimiento vegetativo, y de elongación del tallo, con los declives observados en las poblaciones de *R. padi* y *S. avenae*.

En las campañas 1986-87 y 1987-88 en las que, durante el ahijado, no se observan retrasos en el desarrollo del cultivo, no se obtienen diferencias significativas ( $p < 0,005$ ) entre las TNI calculadas según el modelo y las reales, tanto para *R. padi*, como para *S. avenae*. Por contra, en las campañas 1988-89 y 1989-90 en las que sí se observan retrasos en el desarrollo del cultivo, también se observan valores de las TNI inferiores a los esperados.

En la campaña 1988-89 se observa un retraso muy importante durante todo el invierno en el desarrollo del cultivo, que coincide con un acusado declive de las poblaciones de *R. padi* y *S. avenae*, especialmente de la primera. En la campaña 1989-90, el retraso en el crecimiento vegetativo del cultivo se produce durante el mes de diciembre y coincide de nuevo con un declive de las poblaciones de ambas especies no atribuible a la temperatura.

En las campañas 1986-87, 1987-88, y 1988-89, a finales de invierno-principios de primavera, se observa un retraso en el inicio de la elongación tallo, que coincide con valores de las TNI inferiores a los esperados únicamente en el caso de *R. padi*, y muy especialmente en las campañas 1986-87 y 1988-89.

Hay que hacer notar que en la campaña 1989-90, en la que no existe retraso durante esta fase, en el mes de febrero, se produce una disminución muy importante en la densidad de poblaciones de *S. avenae* las causas de la cual no parecen

fácilmente identificables.

En el apartado III.1.6, del capítulo de resultados se pone de manifiesto que en todas las campañas, los retrasos en el desarrollo del cultivo, coinciden con momentos en los que el déficit en la evapotranspiración estimada del cultivo son mayores. Por tanto, hay que suponer que dicho déficit pueda ser la causa de dichos retrasos.

Todo ello sugiere que los factores que incidan sobre la fisiología del cultivo se traducirán en un efecto sobre la dinámica poblacional de los pulgones de cereales. Concretamente, en este caso, el efecto que la falta de agua pueda tener sobre el cultivo actuaría de forma indirecta sobre la dinámica de poblaciones de *R. padi* y de *S. avenae*, y por tanto contribuiría a explicar la parte de la variabilidad observada en las TNI no atribuible a la temperatura, especialmente en el caso de *R. padi*.

Efectos negativos de plantas en condiciones de estrés hídrico sobre la supervivencia y reproducción de los pulgones de cereales han sido sugeridas por Fereres *et al.* (1988) para *S. avenae*, por Summer *et al.* (1983) para *S. graminum* y por Summer *et al.* (1986) para *R. maidis*, aunque no en condiciones de temperaturas bajas.

#### IV.3 Relación entre la dinámica de poblaciones de *R. padi* y *S. avenae* y la evolución de la estructura de edad

Los resultados que se presentan sobre la evolución de la estructura de edades de *R. padi* y *S. avenae* (figuras 6, 7, 8 y 9) sugieren que *R. padi* se adapta peor a los cereales de invierno que *S. avenae*. Ya que: (1) la proporción de A sobre la población de A+NIV es, en la mayoría de muestreos, menor en la primera especie, lo que podría indicar una mayor

mortalidad de adultos, y por tanto también un menor potencial de incremento de su población, y (2) la proporción de ninfas NI-III sobre el total de la población es también menor en *R. padi*, lo que podría ser una consecuencia de la menor presencia de adultos (tabla 2). Todo ello estaría de acuerdo con los datos que se aportan sobre la dinámica de poblaciones de ambas especies, que sugieren que a medida que avanza la estación, la capacidad de respuesta a la temperatura de *R. padi* es menor que la de *S. avenae* (figura 5).

Leather y Dixon (1981), señalan que la 'performance' de *R. padi* en plantas de trigo que se encuentran en fase de ahijado, es menor que en otras fases de desarrollo del cultivo; ello podría contribuir a explicar el comportamiento de esta especie durante el invierno en los cereales. No se han encontrado referencias respecto al efecto de estadios de desarrollo tempranos de cereal sobre *S. avenae*.

En el presente trabajo no se ha encontrado evidencia de que las bajas temperaturas tengan un efecto directo, *per se*, en la mortalidad de *R. padi* o *S. avenae*. De todas formas, el análisis de la evolución de la relación  $NIV^*/(NIV^*+NIV)$  en los distintos años de estudio, sugiere que en la campaña 1988-89, la aparición de una proporción importante de  $NIV^*$ , de forma paralela para *R. padi* y *S. avenae*, se podría atribuir a unas fuertes heladas que tuvieron lugar poco antes (con temperaturas inferiores a  $-8$  °C que tuvieron un efecto visible sobre el cultivo ).

#### IV.4 Predicción de las densidades de poblaciones de *R. padi* y de *S. avenae* a principios de primavera

En las condiciones en las que se han realizado los ensayos, que son características de una zona mediterránea, las temperaturas invernales parecen ser un factor de predicción limitado para poder estimar las densidades de poblaciones a finales de invierno.

Aparte de la temperatura, que puede explicar parte de la dinámica poblacional de pulgones de cereales en invierno, otros factores que inciden sobre la fisiología del cultivo como son la disponibilidad de agua y las bajas temperaturas, actúan indirectamente sobre la dinámica de poblaciones de los pulgones a través del efecto que tienen sobre el cultivo. En este sentido, hay que destacar que *R. padi* se muestra más sensible a dichos factores que *S. avenae*.

En condiciones mediterráneas, un factor limitante para obtener buenas producciones, es la disponibilidad de agua para el cultivo especialmente durante el encañado y la fase de llenado del grano. Los años que sean más lluviosos, y por tanto más favorables para el cultivo, también lo serán para el desarrollo de las poblaciones de pulgones, de manera que el efecto que éstos tienen sobre la cosecha puede quedar en cierta medida enmascarado por la mayor producción del cultivo, si se comparan las producciones con las de un año normal.

#### IV.5 El virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) en la zona de regadío de Lleida

En la zona de regadío de Lleida, Pons y Albajes (1987a) establecen que los pulgones de cereales cierran su ciclo biológico, al menos en parte, entre los cereales forrajeros, y ricio de cereales, los cereales de invierno y el maíz. Y plantean la hipótesis de que BYDV puede mantenerse a lo largo del año en los citados cultivos.

Los datos del presente trabajo ponen de manifiesto que BYDV se encuentra ampliamente extendido, en dichos cultivos, en la zona de Lleida (ver apartado III.5).

El aislado de BYDV tipo MAV es el que se encuentra de una forma más amplia en todos los cultivos anteriormente citados, manteniéndose su incidencia bastante estable de campaña en campaña. Este resultado contrasta con los obtenidos por Fereres *et al.* (1989) en la zona de Lleida, y en general en las principales áreas cerealícolas españolas, en las que este aislado sólo se detectó en El Encín. Una posible explicación de este hecho podría ser: (1) el limitado número de muestras procedentes de Lleida testadas por estos autores, y (2) que el antisuero utilizado por Fereres *et al.* (1989), aunque corresponde al mismo serotipo, que el utilizado en el presente trabajo, no es exactamente el mismo. Respecto al aislado tipo PAV hay que señalar, que su incidencia en los cereales de invierno es muy variable de campaña en campaña, y que se mantiene de forma más estable en los cereales forrajeros y maíz. De todas formas, hay que destacar que, en este último, su incidencia es relativamente pequeña. En referencia al aislado tipo RPV, hay que indicar que su incidencia es muy reducida en los cereales de invierno, más importante en los cereales forrajeros y bastante importante en maíz. Seguidamente se analiza la incidencia de los aislados tipo PAV, MAV y RPV en cada uno de los cultivos anteriores.

#### IV.5.1 BYDV en cereales forrajeros y ricio de cereales

Los datos que se presentan sobre la presencia de BYDV en cereales forrajeros, y ricio, concuerdan con lo apuntado por Pons y Albajes (1978b) en el sentido de que los cereales forrajeros y el ricio de cereales pueden constituir fuentes de inóculo importantes de BYDV en la zona de regadío de Lleida.

Los porcentajes hallados en aislados tipo MAV y RPV (tablas 14, 15 y 16) son algo superiores respecto a lo señalado por Henry (1988) en Bretaña para ricio de cereales.

El hecho de que en la zona de Lleida la presencia de pulgones de cereales en dichas plantas sea generalizada y que las densidades en ellas sean altas, especialmente en *R. padi* y *S. avenae* (Pons 1986), junto con la consideración de que en otoño la proporción de ninfas de cuarto estadio con rudimentos alares en dichos huéspedes es muy elevada (Pons *et al*, datos no publicados), sugiere que los cereales forrajeros y el ricio, constituyen una fuente de pulgones potencialmente infectivos que pueden colonizar los cereales de invierno en otoño.

El papel del ricio en la epidemiología de BYDV ha sido puesto de manifiesto, también, en Francia por Bayon y Ayrault (1977), en la zona Oeste, y por Dedryver y Robert (1981) en la zona de Bretaña. Henry (1988), también en Bretaña, matiza la consideración anterior al señalar que en dicha zona los pulgones de cereales pueden pasar directamente del maíz a los cereales de invierno, normalmente sembrados en septiembre. No obstante, en la zona de regadío de Lleida, la emergencia de los cereales de invierno no se produce generalmente hasta finales de noviembre, y por tanto los pulgones procedentes del maíz difícilmente colonizan dicho cultivo de forma directa.

## IV.5.2 BYDV en cereales de invierno

### IV.5.2.1 Infección primaria de los cereales de invierno

Los resultados de los tests de infectividad realizados en alados colonizantes, capturados en cereales de invierno, señalan que en otoño, hay infección con BYDV, principalmente con aislados tipo PAV y MAV, en dicho cultivo en la zona de regadío de LLeida (tablas 7, 9 y 11).

*R. padi* es la única especie que introduce el inóculo de BYDV tipo PAV en dicho cultivo (tabla 13). Ello está de acuerdo con los resultados de Plumb (1976), en Gran Bretaña, que señala a *R. padi* como la especie clave en la infección primaria de BYDV tipo PAV en cereales de invierno sembrados en otoño. Es de especial interés destacar la no infectividad de los alados de *S. avenae* en otoño. Las razones que podrían explicar dicho fenómeno se discuten en el apartado IV.5.1.

Los datos que se presentan, indican también que la infección con el aislado tipo MAV se realiza básicamente por alados colonizantes de *S. avenae*. No obstante hay que destacar, que los alados de *R. padi* también contribuyen, aunque en menor medida, en la infección primaria de dicho aislado.

La mayoría de trabajos sobre la infectividad de alados colonizantes llevados a cabo en Europa, se han realizado en base a las capturas obtenidas en trampas de succión de 11,2 metros de altura del tipo 'Rothamsted' (Macaulay *et al.*, 1988). En otoño, si bien las capturas de *R. padi* en este tipo de trampas es abundante, no ocurre lo mismo con *S. avenae*. Tatchell *et al.* (1988), señalan que las capturas realizadas en trampas de succión son al menos dos órdenes de magnitud mayores para *R. padi* que para *S. avenae*, mientras que en la misma época en capturas realizadas en campo en parcelas experimentales son del mismo orden de magnitud. Posiblemente

por este motivo no se han encontrado trabajos que hablen del papel de *S. avenae* en la infección primaria de otoño.

#### IV.5.2.2 Incidencia de BYDV en los cereales de invierno

En la zona de regadío de Lleida, el aislado tipo PAV, si bien se encuentra ampliamente extendido en los cereales de invierno, tiene una incidencia en primavera variable de año en año (tablas 17,18 y 19). Moriones y García-Arenal (1990) obtiene resultados similares en las principales zonas cerealícolas Españolas.

La incidencia del aislado tipo RPV es muy poco significativa, lo que también está en la línea de lo señalado por Moriones y García Arenal (1990) para este tipo de aislado.

Respecto al aislado tipo MAV, su incidencia fue muy elevada, y bastante uniforme a lo largo de los años de estudio (tablas 17,18 y 19). En España existe poca información, acerca de aislados tipo MAV, y por tanto es difícil contrastar los presentes resultados con otros trabajos realizados en España.

En general se estima que los aislados tipo PAV son los predominantes en los cereales de invierno en Europa (Plumb, 1990). No obstante, hay que tener en cuenta que los aislados tipo PAV son mucho más severos que los aislados tipo MAV (Plumb, 1974), y por tanto éstos últimos pueden pasar fácilmente desapercibidos, especialmente si se utilizan pruebas biológicas para su diagnóstico (Osca, 1990). Por otra parte, el conocimiento sobre la presencia de los distintos aislados de BYDV en cereales de invierno en Europa es muy desigual, tanto en lo que se refiere a la intensidad de trabajo desarrollada como a la metodología utilizada en la detección de BYDV (Plumb 1990). En el Reino Unido, los

aislados predominantes son tipo PAV y MAV (Plumb, 1990; Barker, 1990), siendo su incidencia variable de año en año, situación similar a la registrada en Bretaña por Henry (1989). En Portugal, Pereira (1990) cita aislados tipo PAV como predominantes, y destaca la incidencia, en determinados años, de aislados tipo MAV y RPV.

En Estados Unidos, los aislados tipo PAV se consideran también como los de mayor incidencia en los cereales de invierno seguidos de aislados tipo MAV y RPV (Gildow, 1990). De todas formas, la incidencia de los distintos aislados se señala como variable, tanto en el tiempo, como en el espacio. Así, en el Estado de Nueva York, se ha observado un cambio desde los años sesenta, en que los aislados tipo MAV eran los predominantes, hasta la actualidad en que lo son los aislados tipo PAV, sin que se conozcan las causas de dicho cambio (Rochow, 1979). En Méjico, Burnett y Mezzalama (1990), citan a un aislado tipo MAV como el predominante en todo el país. En el Este de Africa, Wangai y Torres (1990) citan a aislados tipo MAV y PAV como los más presentes en la zona.

#### IV.5.3 BYDV en maíz

##### IV.5.3.1 Infección primaria del maíz

Los resultados de los tests de infectividad, realizados en pulgones de cereales colonizantes capturados en maíz (tablas 8, 10 y 12), muestran que en dicho cultivo hay introducción de aislados de BYDV tipo MAV, PAV y RPV por *S. avenae* y por *R. padi*. A diferencia de lo que ocurre en otoño los alados de *S. avenae* sí son infectivos con BYDV tipo PAV (tabla 13). Plumb (1976) señala que en primavera y verano, en Inglaterra,

Las capturas obtenidas en trampas de succión están compuestas fundamentalmente por *R. padi* y *S. avenae*. *R. padi* es siempre el principal vector de los aislados de BYDV más severos, mientras que *S. avenae* transmite preferentemente los aislados de BYDV que lo son menos.

#### IV.5.3.2 Incidencia de BYDV en maíz

Los resultados que se presentan sobre la incidencia de BYDV en maíz (tablas 20, 21 y 22) indican que la presencia de BYDV en este cultivo es alta, y están en la línea de lo señalado en Francia (Signoret y Alliot, 1981; Moreau y Lapierre, 1987), en Italia (Loi *et al.*, 1985; Belli *et al.*, 1980; Osler *et al.*, 1985, Osler *et al.*, 1990 ), y en Gran Bretaña (Pearson y Robb, 1984). En Norteamérica también se ha destacado el papel que el maíz puede jugar en la epidemiología de BYDV (Paliwal, 1982; Brown *et al.*, 1984).

En los resultados que se presentan destaca la gran incidencia del aislado tipo MAV en maíz, que es claramente el aislado predominante, le sigue en importancia el tipo RPV, que tiene una incidencia relativamente importante en dicho cultivo y claramente superior a la del aislado tipo PAV.

La mayoría de trabajos sobre diagnóstico de BYDV en maíz se han realizado, o bien haciendo tests biológicos, o bien realizando tests serológicos utilizando, mayoritariamente, antisueros para la detección de aislados de BYDV tipo PAV. Por tanto, hay poca información disponible sobre la incidencia de aislados tipo MAV o RPV. No obstante en Francia Henry (1988), y End y Ladeveze (1991) señalan que los aislados mayoritarios en maíz son tipo PAV y MAV y que el aislado tipo RPV no ha sido detectado en este cultivo. En el

Este de Africa los aislados tipo MAV son los de mayor incidencia en maíz (Wangai, comunicación personal).

#### IV.6 Ciclo de BYDV en la zona de regadío de Lleida

Seguidamente, se analiza, una vez vista la incidencia de BYDV en cada uno de los cultivos anteriores, la posibilidad de que exista un paso de BYDV desde los cereales forrajeros (y ricio de cereales), a los cereales de invierno, de éstos al maíz, y finalmente desde este último cultivo de nuevo a los cereales forrajeros, de manera que el inóculo de BYDV se pueda mantener a lo largo de todo el año en gramíneas cultivadas de la zona, tal como postulan Pons y Albajes (1987a).

Para ello en primer lugar se determinan cuales son las relaciones observadas, en las pruebas de infectividad, entre *R. padi* y *S. avenae* y los serotipos PAV, MAV y RPV.

##### IV.6.1 Relación virus-vector en las pruebas de infectividad de alados colonizantes capturados en cereales de invierno y maíz

La relación entre *R. padi* y *S. avenae* y los aislados de BYDV tipo PAV, MAV y RPV detectados por serología, en las pruebas de infectividad, están fundamentalmente de acuerdo con lo establecido por Rochow (1969a, 1979a). Es decir, *R. padi* es el principal vector para aislados tipo PAV y RPV, y *S. avenae* lo es para el aislado tipo MAV, y en menor medida para el aislado PAV. Y concuerda también con lo señalado por Osca (1990) con aislados españoles.

De todas formas hay que destacar que *S. avenae* no transmite de forma eficiente, especialmente en otoño, el aislado tipo PAV. Las causas que pueden explicar dicho fenómeno se discuten en el apartado IV.5.2.

En el presente trabajo, se han detectado transmisiones no específicas de *R. padi*, en porcentajes relativamente altos, del aislado tipo MAV, principalmente en infecciones mixtas, con el aislado tipo PAV, y en menor medida con el aislado tipo RPV.

Rochow (Rochow, 1982b) describe la transmisibilidad no específica de MAV por *R. padi* en plantas doblemente infectadas con PAV + MAV, o con RPV + MAV, y explica este fenómeno en base a la hipótesis que establece que, en infecciones mixtas, se produce una encapsidación heteróloga cuando la replicación de tipos distintos de partículas virales se produce de forma simultánea.

De forma análoga cabe pensar que con los aislados de BYDV de la zona de estudio se produce un fenómeno similar al descrito por Rochow. Y en consecuencia suponer que los alados de *R. padi* han adquirido el inóculo de BYDV de plantas doblemente infectadas con los aislados tipo PAV + MAV, o bien con RPV + MAV. Henry (1988) y Herrera (1989), con aislados europeos de BYDV, también observaron dicho fenómeno en transmisiones con las infecciones mixtas anteriores. Este último autor incluso señala que se ha encontrado, en Gran Bretaña, un aislado serológicamente correspondiente al tipo MAV transmitido de una manera eficiente por *R. padi*. Osca (1990) destaca que *R. padi*, procedente de clones españoles, puede transmitir de una manera relativamente eficiente el aislado F (tipo MAV) procedente de Gran Bretaña.

En el caso de *S. avenae*, se han detectado transmisiones no específicas, en porcentajes pequeños, del aislado tipo RPV, tanto en infecciones simples, como en infecciones dobles con

el aislado tipo MAV.

Rochow no cita relaciones no específicas de *S. avenae*. No obstante hay que señalar que el aislado B, que se da espontáneamente en Gran Bretaña, y que corresponde serológicamente a una mezcla de los serotipos PAV y RPV, es transmitido por *R. padi* y también por *S. avenae* (Plumb, 1974; Herrera, 1989), hecho que indica que se produce una transmisión inespecífica del aislado tipo RPV por esta especie, en infecciones mixtas. En Méjico, Mezzalama y Burnett (1990) citan transmisiones no específicas de *S. avenae* de un aislado tipo RPV en infecciones mixtas con un aislado tipo MAV.

En conclusión, y a pesar de que no se han realizado pruebas específicas para hallar la capacidad de transmisión para los aislados de BYDV procedentes de la zona de Lleida, con los clones de *R. padi* y *S. avenae* de la misma zona, se puede afirmar que básicamente tanto para *R. padi* como para *S. avenae* se comportan de forma similar en la relación virus-vector con aislados tipo PAV, MAV y RPV a lo descrito por Rochow (1969a, 1979a). No obstante, hay que señalar que se producen transmisiones no específicas relativamente importantes, incluso en infecciones simples, de *R. padi* con el aislado tipo MAV y en menor medida de *S. avenae* con el aislado tipo RPV.

Una vez establecida la relación existente entre *R. padi* y *S. avenae* y los aislados de BYDV tipo PAV, MAV y RPV, se pasa a analizar la posibilidad de que los aislados anteriores puedan cerrar su ciclo en las gramíneas cultivadas en la zona.

#### IV.6.2 Paso de BYDV desde cereales forrajero y ricio de cereales, a cereales de invierno

Los alados colonizantes capturados en cereales de invierno en otoño son infectivos en aislados tipo MAV (*S. avenae*, y en menor medida *R. padi*) y tipo PAV (únicamente *R. padi*)(tabla 13).

El hecho de que *S. avenae* no sea infectivo en el serotipo PAV en la infección primaria de otoño, se podría explicar en base al fenómeno descrito por Rochow *et al.* (1983), que establece que cuando *S. avenae* adquiere el aislado MAV, su eficiencia en la transmisión del aislado PAV baja muchísimo.

La consideración anterior, sobre la no infectividad de *S. avenae* en el aislado tipo PAV, por un lado, y los datos que se aportan sobre las infectividades relativamente elevadas de *R. padi* del aislado tipo MAV en infecciones mixtas con el aislado tipo PAV, sugieren que los alados de *R. padi* y *S. avenae* proceden de una fuente de inóculo de BYDV que contiene infecciones mixtas de los aislados tipo PAV + MAV.

A todo ello hay que añadir que la proporción de alados infectivos con BYDV tipo RPV es relativamente pequeña, lo que sugiere que dichos alados provienen asimismo de un huésped que contiene el aislado anterior en una proporción relativamente pequeña.

Todo lo anterior parece indicar de una forma consistente, que dichos aislados pueden proceder, en una proporción importante, de los cereales forrajeros y del ricio de cereales, ya que ambos huéspedes cumplen: (1) la condición de poseer infecciones mixtas en los aislados tipo PAV + MAV, y (2) que la presencia del aislado tipo RPV es relativamente pequeña.

Además, y aunque no se poseen datos sobre la incidencia del BYDV en gramíneas espontáneas de la zona, numerosos autores (Ferrerres, 1988; Henry, 1989; Moriones y García Arenal, 1991) señalan que, en dicho tipo de huésped, la presencia del aislado tipo RPV es tan importante como la del aislado tipo PAV, lo que no se correspondería con los datos sobre infectividad en el aislado tipo RPV por parte de *R. padi* que se han registrado; ello realza también el papel de los cereales forrajeros como huésped de procedencia de los alados, frente a las gramíneas espontáneas.

#### IV.6.3 Paso de BYDV desde cereales de invierno a maíz

Los alados colonizantes capturados en primavera en el maíz, son principalmente infectivos en el aislado de BYDV tipo MAV, (especialmente los de *S. avenae*), y en el aislado tipo PAV (los de *R. padi*, y en menor medida los de *S. avenae*), siendo la proporción de alados infectivos en el aislado tipo RPV menor (tabla 13).

El gran porcentaje de alados de *S. avenae* infectivos en el aislado tipo MAV se corresponde con la incidencia que dicho aislado tiene en cereales de invierno. El porcentaje de alados infectivos de dicho aislado, se ha mantenido relativamente estable en las tres campañas de estudio.

Respecto al aislado tipo PAV, transmitido principalmente por *R. padi*, es de destacar que el porcentaje de alados infectivos es mucho más variable de campaña a campaña, y parece estar relacionado con la incidencia de dicho aislado en los cereales de invierno. Así en la primavera de 1988, en la que la incidencia del aislado tipo PAV en los cereales de invierno fue del 52,5 %, el porcentaje de alados infectivos de *R. padi* en este aislado fue del 27,4 %; en la primavera

de 1989 que la incidencia en los cereales de invierno fue de sólo el 6,9 %, el porcentaje de alados infectivos fue del 2,0 %, y finalmente en la primavera de 1990 que fue del 26,1 %, el porcentaje de alados infectivos fue del 18,7 %.

También hay que señalar que, a diferencia de lo que ocurre en otoño, se han detectado en primavera alados de *S. avenae* infectivos en el aislado PAV. Concretamente, en la campaña 1987-88 el 10,8 % de alados de *S. avenae*, y en las campañas 1988-89 y 1989-90 lo fueron el 1,8 y 3,1 %, respectivamente.

Para explicar este fenómeno se pueden hacer dos consideraciones: (1) los datos que se aportan sobre la incidencia de BYDV en campos de cereales de invierno señalan que a finales de la primavera de 1988 el número de campos con infecciones simples de PAV fue muy importante, lo que no ocurre en las restantes campañas. Ello podría explicar el porcentaje relativamente elevado de alados de *S. avenae* infectivos en dicho aislado, (2) el número de individuos de esta especie capturados en primavera, es muy superior a los capturados en otoño, y por tanto la posibilidad de encontrar individuos infectivos en el aislado tipo PAV es más alta.

Por otro lado la proporción de alados infectivos en el aislado tipo RPV (tabla 13), es superior a la esperada de acuerdo con la incidencia de dicho aislado en los cereales de invierno (tablas 17, 18 y 19). Ello sugiere la posibilidad de que una parte de los alados que colonizan el maíz provengan de un huésped distinto a los cereales de invierno.

A modo de síntesis, se puede señalar que, por un lado, las consideraciones anteriores, refuerzan la hipótesis de que los alados que infestan el maíz proceden de los cereales de invierno, pero, por otro lado, sugieren que una parte de ellos procede de un huésped distinto. Es decir el maíz no actuaría únicamente como huésped de pulgones y reservorio de BYDV procedente de los cereales de invierno, sino también

como huésped de pulgones y reservorio de BYDV procedentes de otras fuentes.

#### IV.6.4 Relación entre los aislados tipo PAV y MAV en maíz.

Sorprende la gran incidencia del aislado tipo MAV, a finales de verano en el maíz, comparada con el aislado tipo PAV cuando en primavera, especialmente en las campañas 1987-88 y 1988-89, una fracción relativamente importante de alados colonizantes capturados en campos de maíz, principalmente de *R. padi*, son infectivos en el aislado tipo PAV.

Aunque las causas que puedan provocar la gran incidencia del aislado tipo MAV en el maíz no son del todo claras, como intento para explicar este fenómeno se pueden hacer las consideraciones siguientes:

(1) En primavera, *S. avenae* es más abundante que *R. padi* en los cereales de invierno. Esta situación se reproduce en el maíz, donde *S. avenae* coloniza antes y en mayor número el cultivo cuando este se encuentra en sus primeros estadios de desarrollo, a ello hay que añadir que, de acuerdo con Dean (1973), *S. avenae* tiene más movilidad que *R. padi*. En consecuencia hay que suponer que en el maíz, la introducción de BYDV tipo MAV se producirá en primer lugar, y en mayor medida que la entrada del aislado tipo PAV.

(2) Se ha citado una relación de antagonismo, en cereales de invierno, entre los aislados tipo PAV y MAV (Jedlinski y Brown, 1965; Aapola y Rochow, 1971; Wen y Lister, 1989, 1990). Ello tiene como consecuencia que cuando una planta es infectada en primer lugar por uno de los dos aislados anteriores, la infección posterior con el otro es más difícil. Aunque no se posee ninguna evidencia experimental

sobre dicho fenómeno en el maíz, cabe suponer que con los aislados tipo PAV y MAV de la zona de Lleida, pueda tener lugar un hecho de este tipo, que pueda contribuir a explicar la predominancia del aislado tipo MAV sobre el aislado tipo PAV.

#### IV.6.4 Paso de BYDV desde maíz a cereales forrajeros y ricio de cereales

En el presente trabajo, no se posee información sobre la infectividad de los alados que colonizan los cereales forrajeros y el ricio. Analizando la proporción de aislados tipo PAV, MAV y RPV en el maíz a finales de verano y, en los cereales forrajeros y ricio, a finales de invierno, se observa que: aunque la presencia del aislado tipo MAV es alta en ambos reservorios de BYDV, no ocurre lo mismo con los aislados tipo PAV y RPV. En el maíz el aislado tipo RPV domina claramente sobre el aislado tipo PAV, mientras que en los cereales forrajeros y ricio de cereales ocurre el fenómeno contrario.

El paso del aislado tipo MAV desde el maíz hasta los cereales forrajeros queda asegurado por *S. avenae*, y en menor medida por *R. padi* especialmente en infecciones mixtas con los aislados tipo RPV y PAV.

Respecto a la transmisión del aislado tipo PAV, cabe pensar que sólo será posible por *R. padi*, ya que dicho aislado se encuentra, en el maíz, fundamentalmente en infecciones mixtas con MAV y por tanto la transmisión por *S. avenae* es poco probable. Por otra parte, el hecho de que en otoño, en el maíz, *R. padi* alcance densidades de poblaciones muy superiores a las de *S. avenae*, hace suponer que el aislado tipo PAV será recuperado en mayor proporción de dicho cultivo, que el aislado tipo MAV. Ello podría explicar el

hecho de que en los cereales forrajeros, la proporción entre los aislados tipo MAV y PAV esté bastante equilibrada, mientras que en el maíz el aislado tipo MAV domine claramente sobre PAV.

Parece pues factible admitir, que una parte importante de los aislados que colonizan los cereales forrajeros, y el ricio de cereales, proceden del maíz. De todas formas, no queda claro el porqué de la presencia, relativamente poco importante, del aislado tipo RPV en los cereales forrajeros, y en el ricio, cuando en el maíz es relativamente elevada. Una posible explicación en este sentido es el hecho de que la eficiencia de *R. padi* en la transmisión del aislado tipo PAV es superior a la de la transmisión del aislado tipo RPV, tal como se deduce de los resultados obtenidos por ejemplo por Rochow (1969a, 1979a).

En cualquier caso no hay que descartar que en los cereales forrajeros, y en el ricio, se produzca una entrada de BYDV, especialmente tipo PAV, que no proceda de maíz.

#### IV.6.6 Ciclo de BYDV en la zona de regadío de Lleida

Debido a la propia naturaleza del complejo de virus que constituyen el BYDV, no se puede hablar de un ciclo general para BYDV, sino que hay que considerar los distintos grupos de luteovirus que lo constituyen, así como las interacciones que tienen lugar entre los mismos tanto a nivel de vectores, como de plantas huéspedes.

Por un lado es claro que el aislado de BYDV tipo MAV detectado en la zona de regadío de Lleida, de una forma generalizada en cereales forrajeros, cereales de invierno, y maíz, puede pasar de cultivo a cultivo principalmente debido al propio ciclo biológico de *S. avenae*, su principal

vector.

El ciclo del aislado tipo PAV, en la zona de regadío de Lleida, está básicamente condicionado a *R. padi*, ya que *S. avenae*, una especie citada también como vector de aislados tipo PAV, no actúa como un vector importante para este aislado, en esta zona, debido a la gran incidencia del aislado tipo MAV. Por tanto, el paso de este aislado, desde los cereales de invierno al maíz depende fundamentalmente de la dinámica de poblaciones de *R. padi* en los primeros. Por otro lado, la gran incidencia del aislado tipo MAV en el maíz hace que la multiplicación del aislado PAV en el maíz sea relativamente difícil tal como se ha comentado en el apartado IV.5.4. Y en consecuencia el paso de dicho aislado desde el maíz a los cereales forrajeros, dependerá de la dinámica poblacional de *R. padi* en el maíz, y muy especialmente de los niveles de poblaciones alcanzados por dicha especie, a finales de verano, en este cultivo.

El ciclo del aislado tipo RPV está también relacionado fundamentalmente con *R. padi*, su principal vector. Y aunque su ciclo no queda del todo claro, parece tener una relación remarcable, durante el invierno, con la presencia de gramíneas espontáneas y no tanto con los cereales de invierno. Durante el verano, el maíz constituye también un reservorio importante para BYDV procedente de este tipo de gramíneas.

#### IV.7 Densidades de poblaciones de *R. padi* y *S. avenae* e incidencia de BYDV en las parcelas experimentales. Efecto del tratamiento aficida de otoño y de la época de siembra

Los datos que se presentan sobre la incidencia de BYDV en las parcelas experimentales indican que la importancia relativa del aislado tipo PAV va disminuyendo a medida que avanza la estación - solamente en la campaña 1987-88, en el último muestreo se registró un incremento, y notable, en la incidencia de este aislado, coincidiendo con densidades relativamente elevadas de *R. padi* -, mientras que con el aislado tipo MAV se observa lo contrario. Un fenómeno similar ha sido observado por Mezzalama y Burnett (1990b) en Méjico, y por Tatchell (com. per.) en Gran Bretaña. Según sugiere este último autor ello se debe al hecho de que mientras la densidad de poblaciones de *R. padi* (principal vector del aislado tipo PAV) normalmente disminuye las poblaciones de *S. avenae* (principal vector del aislado tipo MAV) aumentan a lo que hay que añadir que ésta última especie es mucho más móvil que *R. padi*.

Los resultados que se presentan sobre el efecto del tratamiento aficida de otoño sobre las poblaciones de pulgones en las parcelas experimentales (figura 15, tablas 24 y 25), indican que este tratamiento es muy eficaz para reducir las poblaciones de pulgones a niveles muy bajos en otoño, desde poco después de la aplicación del insecticida, hasta finales de invierno, y están en la línea de lo señalado por Pons (1986) en la misma zona y por otros autores (Kendall *et al.*, 1985; Plumb *et al.*, 1991).

El tratamiento aficida, también se muestra como efectivo para reducir la dispersión de BYDV, en otoño, de los aislados tipo PAV y MAV (tablas 26 y 27). El efecto del tratamiento en otoño para reducir la dispersión secundaria de BYDV, especialmente de los aislados tipo PAV ha sido señalado por

varios autores (Horellou y Evans, 1979; Port, 1983). Dichos autores indican también que ello se traduce en un efecto visible sobre la producción. De hecho, en países como Gran Bretaña tratar en otoño es una práctica habitual (Barker, comunicación personal).

Los datos que se aportan indican también que en primavera tiene lugar una dispersión importante de BYDV, principalmente en el aislado tipo MAV, mientras que la del aislado tipo PAV es muy inferior, y solamente ha sido importante en la campaña 1987-88, en la que a principios de primavera las densidades de *R. padi* fueron muy elevadas. En cambio en la campaña 1988-89, en la que las poblaciones de *R. padi* también alcanzaron niveles de población importantes, pero a partir de finales de mayo - llegándose a registrar hasta 30 pulgones por planta en los muestreos visuales (Pons, datos no publicados) - ello no se reflejó en una mayor incidencia del aislado tipo PAV a finales de primavera. Por tanto parece ser que solamente se produce una dispersión secundaria elevada en el aislado tipo PAV en primavera, cuando *R. padi* alcanza densidades elevadas de población a finales de invierno principios de primavera.

En las parcelas de siembra tardía (S2), se ha producido mayoritariamente infección primaria con el aislado tipo MAV, coincidiendo con una dispersión secundaria elevada en este aislado en las parcelas S1 en primavera, y únicamente se ha detectado infección primaria en el aislado tipo PAV en la campaña 1987-88, en la que la dispersión de este aislado fue muy elevada en las parcelas de siembra temprana.

Todo ello parece sugerir que la infección primaria en las parcelas S2, se produce a partir de inóculo de BYDV procedente de las parcelas de siembra temprana. Por otra parte no existe evidencia, a partir de los resultados obtenidos, de que en las parcelas de siembra temprana tenga lugar una nueva infección primaria en primavera.

Los resultados anteriores están en la línea de lo indicado por Fereres (1988) y también por Moriones y García-Arenal (1990), en el sentido de que en primavera se produce una dispersión importante de BYDV. No obstante no lo están en lo indicado por Moriones y García-Arenal (1990) que señalan que en la mayor parte de las regiones cerealícolas españolas la infección primaria con aislados tipo PAV tiene lugar probablemente en primavera y con BYDV procedente de fuentes lejanas.

#### IV.8 Aproximación a la epidemiología de BYDV en la zona de regadío de Lleida. Relación entre el ciclo de BYDV y la dinámica poblacional de los pulgones de cereales

El primer hecho a destacar en la epidemiología del BYDV en la zona de regadío de Lleida es que *R. padi* y *S. avenae* se pueden mantener a lo largo de todo el año en las gramíneas cultivadas en la zona. Ello tiene como consecuencia que el BYDV se pueda mantener también durante todo el año en dichas gramíneas. El análisis detallado de la dinámica de poblaciones de ambas especies, la incidencia de los aislados tipo PAV, MAV y RPV en dichas gramíneas, y las relaciones virus-vector, indican que el paso del aislado tipo MAV entre los distintos cultivos es más fácil, que la del aislado tipo PAV. Mientras que el aislado tipo RPV parece estar mucho más relacionado con gramíneas espontáneas, especialmente durante el invierno.

El hecho de que el aislado tipo MAV se encuentre ampliamente extendido en la zona, tiene como consecuencia que *S. avenae* no actúe como un vector importante del aislado tipo PAV. Y por tanto la epidemiología del aislado tipo PAV, que es el que produce más pérdidas sobre los cultivos está fundamentalmente condicionada a la dinámica de poblaciones

de *R. padi*.

En la zona de regadío de Lleida el modelo epidemiológico de BYDV parece estar caracterizado por el hecho de que la infección primaria de los cereales de invierno se produce principalmente en otoño, mientras que la dispersión secundaria del virus se produce a finales de invierno y primavera.

En dicha zona los cereales de invierno se suelen sembrar a mediados de noviembre cuando todavía se registran vuelos de pulgones. No obstante cuando se produce la colonización del cultivo a finales de noviembre principios de diciembre, las temperaturas ya empiezan a descender de una manera importante, y en consecuencia la dispersión secundaria en esa época es limitada.

La dispersión secundaria del aislado tipo PAV durante el invierno, y/o durante la primavera. Se producirá cuando: (1) durante el invierno no se produzcan temperaturas muy bajas que pueden causar una mortalidad importante de *R. padi*, (2) las temperaturas sean lo suficientemente elevadas durante el invierno, para que tenga lugar el desarrollo de esta especie, (3) las temperaturas en primavera no sean excesivamente altas y en consecuencia el desarrollo del cultivo no sea muy rápido y (4) no se produzca un déficit de agua disponible para el cultivo, especialmente a finales de invierno principios de primavera, que repercuta indirectamente de una manera desfavorable sobre la dinámica de poblaciones de esta especie.

La dispersión del aislado tipo MAV, relacionada principalmente con la dinámica de poblaciones de *S. avenae*, aunque suele alcanzar incidencias elevadas en los cereales de invierno, parece tener un efecto limitado sobre los mismos.

CONCLUSIONES

## V. Conclusiones

### V.1 Sobre la biología y dinámica poblacional de *R. padi* y *S. avenae*

1. En la zona de regadío de Lleida, las principales especies de pulgones de cereales son *R. padi* y *S. avenae*, ambas especies son anholocíclicas y sobreviven durante el invierno de forma vivípara. En otoño, se produce un pico de población en el que *R. padi* es la especie dominante. A finales de invierno, principios de primavera *S. avenae* es la especie dominante.
2. El declive de población que se produce desde el pico de población de otoño hasta principios de primavera no se puede explicar únicamente como debido al efecto de las bajas temperaturas de invierno. Con las temperaturas medias se pueden explicar solamente una parte de los descensos puntuales de población. A finales de invierno, cuando se produce un retraso en el inicio de la elongación del tallo del cereal, se produce también un declive en las poblaciones de *R. padi* y *S. avenae*. Ello se puede explicar, al menos parcialmente, como consecuencia de un déficit hídrico del cultivo.
3. A principios de primavera, durante la fase de crecimiento de la espiga y de llenado del grano, cuando se produce un déficit de agua en el cultivo, se produce también un declive en las poblaciones de *R. padi*, ello no ocurre con *S. avenae*.

## V.2 Sobre la epidemiología de BYDV

4. En otoño se produce infección primaria con BYDV en los cereales de invierno. Principalmente en aislados tipo MAV y PAV. *R. padi* es la única especie que introduce, en otoño, el aislado tipo PAV en los cereales de invierno, y *S. avenae* es la especie que introduce en mayor medida el aislado tipo MAV. *R. padi* también contribuye a la introducción de este último aislado especialmente en infecciones mixtas con los aislados tipo PAV y RPV.
5. En los cereales de invierno el aislado de BYDV predominante es tipo MAV. El aislado tipo PAV también se encuentra presente, pero su incidencia es mucho más variable de año a año. La dispersión del aislado tipo MAV, en los cereales de invierno, se produce principalmente por *S. avenae*, mientras que la dispersión del aislado tipo PAV se produce fundamentalmente por *R. padi*.
6. El maíz constituye un reservorio importante de BYDV durante el verano, y los cereales forrajeros, y ricio de cereales durante finales de otoño y principios de otoño. En el maíz el aislado de BYDV predominante es tipo MAV, seguido por el aislado tipo RPV. En los cereales forrajeros los aislados predominantes son tipo MAV y PAV.
7. En la zona de regadío de Lleida el inóculo de BYDV se puede mantener a lo largo de todo el año en cereales de invierno, maíz, cereales forrajeros y ricio de cereales.
8. El paso del aislado tipo MAV entre las distintas gramíneas cultivadas se realiza principalmente por alados de *S. avenae*, y en menor medida por alados de *R. padi*. El factor limitante en el ciclo de dicho aislado

se produce entre el maíz y los cereales forrajeros debido a la menor abundancia de *S. avenae* a finales de verano en el maíz.

9. El paso del aislado tipo PAV entre las distintas gramíneas cultivadas se realiza casi exclusivamente por alados de *R. padi*. Los factores limitantes en el ciclo de este aislado se pueden concretar en: (1) la poca adaptación de *R. padi* a los cereales de invierno especialmente los años más fríos, y menos lluviosos, y (2) la poca abundancia de dicho aislado en el maíz, que hace que su recuperación a finales de verano se relativamente difícil.
10. En primavera tiene lugar la mayor dispersión de BYDV en los cereales de invierno especialmente en el aislado tipo MAV, la dispersión del aislado tipo PAV está condicionada a la abundancia de *R. padi* a finales de invierno en los cereales.

### V.3 Sobre el control de BYDV

11. Un tratamiento aficida en otoño reduce las poblaciones de pulgones durante el otoño y el invierno a niveles muy bajos y reduce, también, la dispersión del virus en dicha época.
12. El retraso de la fecha de siembra de manera que la emergencia del cultivo se produzca después del fin del vuelo de pulgones evita la colonización de otoño y evita la infección primaria de otoño.

## BIBLIOGRAFIA

## VI. Bibliografía

- AAPOLA, A.I.E.; ROCHOW, W.F. 1971. Relationships among three isolates of barley yellow dwarf virus. Virology, 4: 127-141.
- A'BROOK, J. 1968. The effect of plant spacing on the numbers of aphids trapped over the groundnut crop. Ann. appl. Biol., 61: 289-294.
- A'BROOK, J. 1974. Barley yellow dwarf virus: What sort of problem ?. Ann. appl. Biol., 77: 92-96.
- A'BROOK 1981. Vectors of barley yellow dwarf virus. En: Euraphid 1980. Aphids forecasting and Pathogens and a handbook for aphid identification. Ed. por Taylor, L.R.. Pág. 21.
- A'BROOK, J.; DEWAR, A.M. 1980. Barley yellow dwarf virus infectivity of alate vectors in West Wales. Ann. appl. Biol., 96: 51-58.
- ALBAJES, R.; PONS, X. 1985. Algunos datos sobre la biología de los transmisores del enanismo amarillo de los cereales en Lérida. Actas II Jornadas Técnicas sobre Cereales de Invierno. Pamplona. Vol II: 59-68.
- ALFARO, A.; MONTES, F. 1984. Spain situation report. En: Barley Yellow Dwarf. Workshop Proceedings. CIMMYT 1984, pag. 192.
- ALFARO, A.; C. JORDA 1983. El 'enanismo amarillento de la cebada'(BYD) en España. Primeras Jornadas Técnicas sobre cereales de invierno. Madrid, 13-15 de diciembre de 1984. Vol.II: 138-150.
- ALFARO, A.; JORDA, C.; OSCA, J.M. 1985. El 'amarilleo enanizante' de la cebada. Una peligrosa virosis de nuestros cereales. Agricultura, 640: 848-849.
- ALLEN, J.C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days. Environ. Entomol., 5: 388-396.
- ANKERSMIT, G.W.; CARTER, N. 1981. Comparison of the epidemiology of *Metopolophium dirhodum* and *Sitobion avenae* on winter wheat. Neth. J. Pl. Path., 87: 71-81.

- ANONIMO, 1991. Estadística i Informació Agrària. DARP. Generalitat de Catalunya.
- BALTENBERGER, D.E.; OHM, H.M.; FOSTER, J.E. 1987. Reaction of oats, barley and wheat to infection with barley yellow dwarf virus isolates. Crop Sci., 27: 195-198.
- BARBARA, D.J.; KAWATW, E.E.; VENG, P.P.; LISTER, R.M.; LARKINS, B.A. 1987. Production of cDNA clones from the MAV isolate of Barley Yellow Dwarf Virus. J. gen. Virol., 68: 2419-2427.
- BARKER, I. 1990. Barley yellow dwarf in Britain. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 39-41.
- BAUER, A.; FANNING, C.; ENZ, J.W.; ABERLEIN, C.V. 1984. Use of growing degree days to determine spring wheat growth stages. Cooperative Extension Service. 14. AGRR-1. North Dakota State University. 12 pp.
- BAYON, F.; AYRAULT, J.P. 1977. Importance de la jaunissante de l'orge en Poitou-Charentes: incidence économique, nuisibilité et approche des moyens pratiques de lutte. Ann. Phytopathol., 9: 235-239.
- BELLI, G.; CINQUANTA, S.; SONCINI, C. 1980. Infezioni miste da MDMV (maize dwarf mosaic virus) e BYDV (barley yellow dwarf virus) in pianta di mais in Lombardia. Riv. Pat. Veg., S. IV, 16: 83-86.
- BLAKMAN, R.L.; EASTOP, W.F. 1985. Aphids on the world's crops. An identification guide. John Wiley & Sons. 466 pp.
- BLACKMER, J.L.; BISHOP, G.W. 1991. Population dynamics of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in corn in relation to barley yellow dwarf epidemiology in Southwestern Idaho. Environ. Entomol., 20: 166-173.
- BOGAVA, M.; COUSIN, M.T.; MOREAU, J.P.; SPIRE, D. 1968. Note concertant la présence du Barley yellow dwarf virus. Ann. Epiphyt., 19: 275-277.
- de BOLOS, O.; VIGO, J. 1984. Flora dels Països Catalans. Barcino. Barcelona. Vol. 1, pág. 423.

- BRAKKE, M.K.; ROCHOW, W.F. 1974. Ribonucleic acid of Barley Yellow Dwarf Virus. Virology, 61: 240-248.
- BROWN, J.K.; WYATT, S.D.; HAZELWOOD, D. 1984. Irrigated corn as a source of barley yellow dwarf virus and vectors in eastern Washington. Phytopathology 74: 46-49.
- BRUEHL, G.W. 1958. Comparison of eastern and western aphids in the transmission of Barley Yellow Dwarf Virus. Plant Disease Reporter, 42: 909-911.
- BRUEHL, G.W. 1961. Barley yellow dwarf, a virus disease of cereals and grasses. Monograph n°1. American Phytopathological Society.
- BURNETT, P.A. 1984. Preface. En: Proc. Barley Yellow Dwarf Workshop. CIMMYT 1984. Pág.: 5-13.
- BURNETT, P.A.; MEZZALAMA, M. 1990. Barley yellow dwarf virus and aphids in Mexico. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 21-24.
- CANNON, R.J.C. 1984. The development rate of *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Hemiptera: Aphididae) on winter wheat. Bull. ent. Res., 74: 33-46.
- CARRIGAN, L.L.; OHM, W.H.; FOSTER, J.E.; PATTERSON, F.L. 1981. Response of winter wheat cultivars to barley yellow dwarf virus infection. Crop Science, 21: 377-380.
- CARTER, N.; DIXON, A.F.G.; RABBINGE, R. 1982. Cereal aphid populations; biology, simulation and prediction. Pudoc, Wageningen.
- CARTER, N.; McLEAN, I.F.G.; WATT, A.D.; DIXON, A.F.G. 1980. Cereal aphids: a case study and review. Applied Biology, 5: 271-348.
- CASTAÑERA, P.; GUTIERREZ, C. 1983. Importancia relativa de las plagas de cereales de invierno en la zona Centro. I Jornadas Técnicas sobre cereales de invierno, Madrid 13-15 diciembre 1983. Vol. II: 115-126.
- CASTAÑERA, P.; GUTIERREZ, C. 1985. Studies in the ecology and control of cereal aphids in winter wheat in central Spain. Bull. IOBC/WPRS. VIII/3: 45-47.

- CASTAÑERA, P. 1988. Present status of cereal pests in Spain with special reference to cereal aphids. pag.: 13-24, En: Proc. de Integrated Crop protection in Cereals. CEC Expert's Meeting. Littlehampton. Gran Bretaña. Pág.: 13-24.
- CHAMBERS, R.J.; SUNDERLAND, K.D.; STACEY, D.L.; WYATT, I.J. 1982. A survey of cereal aphids and their natural enemies in winter wheat in 1980. Ann. appl. Biol., 101: 175-178.
- CLARK, M.F.; ADAMS, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol., 34: 475-483.
- CLARK, M.F.; LISTER, R.M.; BAR-JOSEPH, M. 1986. ELISA Techniques. En: Methods in Enzymology, Vol.118 (Plant Molecular Biology). Ed. por Colowick, S.P. y Kaplan, N.O.. Academic Press, Inc. New York, EEUU. Pag.: 742-780.
- CLEMENT, D.; LISTER, R.M.; FOSTER, J.E. 1986. ELISA-based studies on the ecology and epidemiology of barley yellow dwarf virus in Indiana. Phytopathology, 76: 86-92.
- COCEANO, P.G.; PERESSINI, S. 1989. Colonization of maize by aphid vectors of barley yellow dwarf virus. Ann. appl. Biol., 114: 443-447.
- COMEAU, A. 1987. Effects of barley yellow dwarf virus inoculations at various dates in oats, barley, wheat, rye, and triticale. Phytoprotection, 68: 97-109.
- CONTI, M.; C.J. D'ARCY; P.A. BURNETT 1990. The 'yellow plague' of cereals, Barley Yellow Dwarf Virus. En: World Perspectives in Barley Yellow Dwarf, ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico, pag.: 1-6.
- COOPER, D.C.; SORELLS, M.E. 1983. Field reaction of eight oat (*A. sativa*) lines to the PAV isolate of Barley Yellow Dwarf Virus. Cereal Research Communications, 11: 263-268.
- CREAMER, R.; FALK, B.W. 1989. Characterization of a nonspecifically aphid-transmitted CA-RPV isolate of barley yellow dwarf virus. Phytopathology, 79: 942-946.
- DEAN, G.J. 1973. Aphid colonization of spring cereals. Ann. appl. Biol., 75: 183-193.

- DEAN, G.J. 1974a. The overwintering and abundance of cereal aphids. Ann. appl. Biol., 76: 1-7.
- DEAN, G.J. 1974b. Effect of temperature on three cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Macrosiphum avenae* (F.) (Hem. Aphididae). Bull. ent. Res., 63: 401-409.
- DEAN, G.J. 1974c. The four dimension of cereal aphids. Ann. appl. Biol., 77: 74-78.
- DEAN, G.J. 1978. Observations on the morphs of *Macrosiphum avenae* and *Metopolophium dirhodum* on cereals during the summer and autumn. Ann. appl. Biol., 89: 1-7.
- DEDRYVER, C.A. 1978. Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. I. Repartition et evolution des populations de *S. avenae* F.; *Metopolophium dirhodum* Wlk. et *R. padi* L., de 1974 à 1977 sur blé d'hivern dans le bassin de Rennes. Ann. Zool. Ecol. Anim., 10: 483-505.
- DEDRYVER, C.A. 1981. Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. II.- Repartition spatio-temporelle et action limitative de trois espèces d'Entomophthoraceae. Entomophaga, 26: 381-393.
- DEDRYVER, C.A. 1983. Evolution des populations de *Rhopalosiphum padi* L. sur son hôte primaire, *Prunus padus* L., dans deux stations du nord et de l'ouest de la France. Agronomie, 3: 1-8.
- DEDRYVER, C.A.; ROBERT, Y. 1981. Ecological role of maize and cereal volunteers as reservoirs for gemineae virus transmitting aphids. En: Proceedings 3erd. Conf. Vir. Diseases of Gramineae in Europe. Rothamsted Experimental Station. Harpenden, Hertz. U.K., 61-66.
- DEDRYVER, C.A.; GELLE, A. 1982. Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. IV.- Etude de l'hivernation des populations anholocycliques de *Ropalosiphum padi* L., *Metopolophium dirhodum* Wlk., et *Sitobion avenae* F. sur repouses des céréales, dans trois stations de Bretagne et du Bassin parisien. Acta. Ecol. Applic., 3: 321-342.

- DEDRYVER, C.A.; TANGUY, S. 1984. Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. V. Influence de la date de semis de blé d'hiver sur les modalités d'infestation des parcelles par *Rhopalosiphum padi* (L.), *S. avenae* F. et *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) et sur le développement de leurs populations au printemps. Agronomie, 4: 711-719.
- DERRICK, K.S.; BRIANSKY, R.M. 1976. Assay for viruses and mycoplasmas using serologically specific electron microscopy. Phytopathology, 66: 815-820.
- DEWAR, A.M.; CARTER, N. 1984. Dessission trees to assess the risk of cereal aphid (Hemiptera: Aphididae) outbreaks in summer in England. Bull. ent. Res., 74: 387-398.
- DEWAR, A.M.; WOIWOD, I.; CHOPPIN de JANVRY, E. 1980. Aerial migrations of the rose-grain aphid, *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), over Europe in 1979. Pl. Path., 29: 101-109.
- DIACO, R.; LISTER, R.M.; HILL, J.H.; DURAND, D.P. 1986. Detection of homologous and heterologous barley yellow dwarf virus isolates with monoclonal antibodies in serologically specific electron microscopy. Phytopathology, 76: 225-230.
- DIXON, A.F.G. 1971. The life-cycle and hosts preferences of the bird-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L., and their bearing on the theories of host alternation in aphids. Ann. appl. Biol., 68: 135-147.
- DIXON, A.F.G. 1976. Reproductive strategies of the alate morphs of the bird cherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi*. J. Anim. Ecol., 45: 817-830.
- DIXON, A.F.G. 1985. Aphid Ecology. Blakie & Son Limited. Glasgow. 157 pp.
- DIXON, A.F.G. 1987a. Cereal aphids as an applied problem. En: Agricultural Zoology Reviews, vol. 2: 1-57.
- DIXON, A.F.G. 1987b. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase of aphids. En: Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control. Volumen 2A. Ed. por: Minks, A.K. y Harrewijn, P.. Elsevier. Amsterdam. Pág.: 269-288.

- DIXON, A.F.G.; GLEN, D.M. 1971. Morphs determination in the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*. Ann. appl. Biol., 68: 11-21.
- DOODSON, J.K. 1967. A survey of barley yellow dwarf virus in perennial ryegrass in England and Wales. Pl. Path., 16: 42-45.
- DOODSON, J.K.; SAUNDERS, P.J.W. 1970a. Some effects of barley yellow dwarf virus on spring and winter cereals in glass-house trials. Ann. appl. Biol., 65: 317-325.
- DOODSON, J.K.; SAUNDERS, P.J.W. 1970b. Some effects of barley yellow dwarf virus on spring and winter cereals in fields trials. Ann. appl. Biol., 66: 361-374.
- DOORENDOS, J; KASSAN, A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudios FAO: Riegos y Drenajes, 33. Roma. 212 pp.
- DOUPNIK, J.R.; STUCKEY, R.E.; BRYANT, G.R.; PIRONE, T.P. 1982. Enzyme-linked immunosorbent assay for barley yellow dwarf virus using antiserum produced to virus from field-infected plants. Plant Dis., 66: 812-815
- DUBIN, H.J.; WALL, P.C.; CAZCO, C.; FIGUEROA, A. 1984. The Andean region, with special emphasis on Ecuador. En: Barley Yellow Dwarf, Proceedings of the workshop. CIMMYT, Mexico, pág.: 177-179.
- ELIAS, F.; RUIZ, L. 1977. Agroclimatología de España. Cuadernos INIA, nº 7. 29 pp, y un apéndice con 106 fichas agroclimáticas. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- ENDO, R.M.; 1957. Effect of yellow dwarf (red leaf) on the yield of oats. Phytopathology, 47: 9-10.
- ENDO, R.M.; BROWN, C.M. 1962. Survival and yield of winter cereals affected by yellow dwarf. Phytopathology, 52: 624-627.
- ENDO, R.M.; BROWN, C.M. 1963. Effects of BYDV on yield of oats as influenced by variety, virus strain and plant development stage at inoculation. Phytopathology, 53: 965-968.
- FARGETTE, D.; LISTER, R.M.; HOOD, L.M. 1982. Grasses as reservoir of barley yellow dwarf virus in Indiana. Plant. Dis., 66: 1041-1045.

- FENLON, J.S.; SOPP, P.I. 1991. Some statistical considerations in the determination of thresholds in ELISA. Ann. Appl. Biol., 119: 177-189.
- FERERES, A.; GUTIERREZ, C.; DEL ESTAL, P.; CASTAÑERA, P. 1988. Impact of the English grain aphid, *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae), on the yield of wheat plants subjected to water deficits. Environ. Entomol., 17: 596-602.
- FERERES, A.; LISTER, R.M.; CASTAÑERA, P.; FOSTER, J.E. 1989. Identification, distribution and vector population dynamics of barley yellow dwarf virus in three cereal-producing areas of Spain. J. Phytopathol. 126: 79-91.
- FERERES, A. 1988. Biología de los pulgones de cereales en la zona centro: interacciones entre el vector *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: aphididae) y el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. Ingenieros Agrónomos de Madrid.
- FERERES, A.; LISTER, R.M.; CASTAÑERA, P.; FOSTER, J.E. 1989. Identification, distribution and vector population dynamics of barley yellow dwarf virus in three cereal-producing areas of Spain. J. Phytopathol., 126: 79-91.
- FERERES, A; ORTEGO, O.; CASTAÑERA, P.; DEL ESTAL, P. 1990. Dinámica de las poblaciones invernantes de pulgones de cereales en la zona centro de la península ibérica. Invest. Agr. Prod. Prot. veg., 5: 447-462.
- FORDE, S.M.D. 1989. Strain differentiation of barley yellow dwarf virus isolates using special monoclonal antibodies in immunosorbent electron microscopy. Journal of Virological Methods, 23: 313-320.
- FORDE, S.M.D. 1990. Purification method of a British RPV-like isolate of barley yellow dwarf virus and its associated satellite. Newsletter, barley yellow dwarf, 3: 8-9.
- FORDE, S.M.D.; BARKER, I. 1990. Differentiation of Barley Yellow Dwarf with monoclonal antibodies in Immunosorbent Electron Microscopy. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf. CIMMYT, Mexico.

- FUENTES, S. 1984. Iberian Peninsula, situation report. En: Barley Yellow Dwarf. Workshop Proceedings. CIMMYT 1984, Pág. 191.
- GEORGE, K.S. 1974: Damage assesment aspects of cereal aphids attack in autumn and spring sown cereals. Ann. appl. Biol., 77: 67-74
- GILL, C.C.; CHONG, J. 1976. Differences in cellular ultrastructural alterations between variants of barley yellow dwarf virus. Virology 75: 33-47.
- GILDOW, F.E. 1985. Transcellular transport of barley yellow dwarf virus into the hemocel of the aphid vector, *Ropalosiphum padi*. Phytopathology, 75: 292-297.
- GILDOW, F.E. 1990. Current status of barley yellow dwarf in the United States: a regional situation report. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 11-20.
- GILDOW, F.E.; W.F. ROCHOW 1980a. Rôle of accessory salivary glands in aphid transmission of Barley yellow dwarf virus. Virology, 104: 97-108.
- GILDOW, F.E.; W.F. ROCHOW 1980b. Transmission interference between two isolates of barley yellow dwarf virus in *Macrosiphum avenae*. Phytopathology, 70: 122-126.
- GILDOW, F.E.; W.F. ROCHOW 1980c. Importance of capsid integrity for interference between two isolates of barley yellow dwarf virus in an aphid. Phytopathology, 70: 1013-1015.
- GILDOW, F.E.; ROCHOW, W.F. 1983. Barley Yellow Dwarf in California: Vector Competence and Luteovirus Identification. Plant Disease, 67: 140-143.
- GILDOW, F.E.; FRANK, J.A. 1988. Barley yellow dwarf virus in Pennsylvania: effect of the PAV isolate on yield components of Noble spring oats. Plant Disease, 72: 254-256.
- GOULART, L.R.; OHM, H.W.; FOSTER, J.E. 1989. Barley yellow dwarf sympton severity in oat affected by plant growth stage at infection and plot size. Crop Sci., 29: 1412-1416.

- GREENE, G.L. 1966. Field populations of three grain aphids species in Western Oregon. Journal of Economic Entomology, 59: 1201-1206.
- GRIFFITHS, E.; WRATTEN, D.D. 1979. Intra- and inter-specific differences in cereal aphid low-temperature tolerance. Ent. exp. & apl., 26: 161-167.
- HALBERT, S.; PIKE, K.S. 1985. Spread of barley yellow dwarf virus and relative importance of local aphid vectors in central Washington. Annals of Applied Biology, 107: 387-395.
- HALBERT, S.; BISHOP, G.W.; BLACKMER, J.; CONNELLY, J.; JOHNSTON, R.; SANDVOL, L. PIKE, K.S. 1990. Barley yellow dwarf infectivity of *Rhopalosiphum padi* in Maize as an estimate of primary inoculum pressure in irrigated winter wheat. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 273-274.
- HAND, S.C. 1989. The overwintering of cereal aphids on Gramineae in southern England, 1977-1980. Ann. appl. Biol., 115: 17-29.
- HAND, S.C.; HAND, L. 1986. Monitoring of the winter populations of cereal aphids near Wageningen, the Netherlands, in 1982/1983. Neth. J. Plant. Path., 92: 137-146.
- HAND, S.C.; WILLIAMS, C.T. 1981. The overwintering of the rose-grain aphid (*Metopolophium dirhodum*) on wild roses. En: Pests, Pathogens and Vegetation: the role of weeds and wild plants in the ecology of crop pests and diseases. Ed. por Thresh, J.M.. Pitman. London. Pág.: 239-247.
- HAND, S.C.; WRATTEN, S.D. 1985. Production of sexual morphs by monoecious cereal aphid *Sitobion avenae*. Entomologia experimentalis et applicata, 38: 239-247.
- HENRY, M. 1988. Contribution à l'étude de l'épidémiologie de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV) dans l'Ouest de la France. Tesis Doctoral. Université de Rennes.
- HERRERA, G.F. 1989. Interactions between host plants and British isolates of Barley Yellow Dwarf Virus. PhD Thesis. University of London.

- HORELLOW, A.; EVANS, D.D. 1979. Control of barley yellow dwarf virus with permethrin on winter barley in France. Proceedings British Crop Protection Conference Pests and Diseases 1979, pág.: 9-15
- HSU, H.T.; AEBIG, J.; ROCHOW, W.F. 1984. Differences among monoclonal antibodies to barley yellow dwarf viruses. Phytopathology, 74: 600-605.
- HU, J.S.; ROCHOW, W.F.; PALUKAITIS, P.; DIETERT, R.R. 1988. Phenotypic mixing: Mechanism of dependent transmission for two related isolates of Barley yellow dwarf virus. Phytopathology, 78: 1326-1330.
- ILHARCO, F.A.; PINTO, J.; VIEIRA, J.J. 1982. Os níveis populacionais de afídeos nas searas do Alentejo, anos de 1974 a 1979. Agronomia Lusitana, 41: 279-293.
- JEDLINSKI, H. 1972. Tolerance to two strains of barley yellow dwarf virus in oats. Plant Dis. Reprt., 56: 230-234.
- JEDLINSKI, H.; BROWN, C.M. 1965. Cross protection and mutual exclusion by three strains of Barley Yellow Dwarf Virus in *Avena sativa* L. Virology, 26: 613-621.
- JORDA, C.; MEDINA, V.; GARCIA JIMENEZ, J.; ALFARO, A. 1987. Incidence of Barley yellow dwarf on Rice in Spain. Phytopath. mediterr., 26: 11-14.
- JORDA, C.; OSCA, O.; ALFARO, A. 1990. Barley yellow dwarf in Spain. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 45-48.
- JORDA, C.; MONTOYA, A.; OSCA, J.M.; MANCLUS, J.J.; ABAD, A.; ALFARO, A. 1991. Anticuerpos monoclonales para la detección del Barley yellow dwarf virus (BYDV). En: resúmenes de trabajos presentados en la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Fitopatología. Zaragoza, noviembre de 1991. Pág. 59.
- KENDALL, D.A.; SMITH, B.D. 1981. Evaluation of insecticides to control cereal aphid vectors of barley yellow dwarf virus in winter barley. Tests of Agrochemicals and Cultivars, 2. Ann. appl. Biol., 97 (suplemento): 16-17.

- KENDALL, D.A.; SMITH, B.D.; BURCHILL, L.G.; CHINN, N.E.; LYONS, C.H. 1985. Comparison of insecticide application dates for the control of barley yellow dwarf virus in winter barley and winter wheat. Tests of Agrochemicals and Cultivars, 6. Ann. appl. Biol., 106 (suplemento): 10-11.
- KIECKHEFER, R.W. 1984. Cereal aphid (Hemiptera: Aphididae) preferences for reproduction on some warm season grasses. Environ. Entomol., 13: 881-891.
- KIECKHEFER, R.W.; STONER, W.N. 1978. Preferences of four cereal aphids for certain range grasses. Environ. entomol., 7: 617-618.
- KOLBE, W. 1973. Studies on the occurrence of cereal aphids and the effect of feeding damage on yields in relation to infestation density levels and control. Pflanzenschutz-Nachr. Bayer, 26: 418-432.
- LATTEUR, G. 1973. Etude de la dynamique des populations des pucerons des céréales. Premières données relatives aux organismes aphidiphages en trois localités différentes. Parasitica, 29: 134-151.
- LATTEUR, G. 1976. Les pucerons des céréales: biologie, nuisance, ennemis. Mem. Centre de Recherches Agronomiques de l'Etat. Gembloux, 3. 74 pp.
- LEATHER, S.R. 1982. Preliminary studies on the effect of host age and aphid generation on the reproduction and survival of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.). Annales Agriculturae Fenniae, 21: 13-19.
- LEATHER, S.R.; DIXON, A.F.G. 1981. The effect of cereal growth stage and feeding site on the reproductive activity of the bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. Ann. appl. Biol., 97: 135-141.
- LEATHER, S.R.; WALTERS, K.F.A.; DIXON, A.F.G. 1989. Factors determining the pest status of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae), in Europe: a study and review. Bull. ent. Res., 79: 345-360.
- LISTER, R.M. 1978. Application of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detecting viruses in soybean seed plants. Phytopathology 68: 1393-1400.

- LISTER, R.M.; W.F. ROCHOW 1978. Detection of barley yellow dwarf virus isolates in ELISA tests. Abstr. No. 207 in: Phytopathology News, 12: 172.
- LISTER, R.M. & W.F. ROCHOW 1979. Detection of barley yellow dwarf virus by enzyme-linked immunosorbent assay. Phytopathology, 69: 649-654.
- LISTER, R.M.; SWARD, R.J. 1988. Anomalies in serological and vector relationships of MAV-like isolates of barley yellow dwarf virus from Australia and USA. Phytopathology, 78: 766-770.
- LISTER, R.M.; FERERES, A.; FOSTER, J.E.; CASTAÑERA, P. 1990. Occurrence of Barley Yellow Dwarf Virus in Three Major Cereal-growing Regions of Spain. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 49-54.
- LOI, N.; OSLER, R.; LORENZONI, C.; REFATTI, E.; SNIDARO, N. 1985. Reactions of maize inbred lines infected with barley yellow dwarf virus in natural and experimental conditions. Riv. Pat. Veg., SIV, 21: 121-128.
- MACAULAY, E.D.M.; TATCHELL, G.M.; TAYLOR, L.R. 1988. The Rhothamsted insect survey '12-metre' suction trap. Bull ent. Res., 78: 121-129.
- MAKKOUK, K.M.; AZZAM, O.I.; SKAF, J.S.; EL-YAMANI, M.; CHERIF, C.; ZOUBA, A. 1990. Situation review of Barley Yellow Dwarf Virus in West Asia and North Africa. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 61-65.
- MARTENS, J.W.; McDONALD, W.C. 1970. Assessment of yield losses from barley yellow dwarf in oats. Canadian Plant Disease Survey, 50: 88-89.
- MATTHEWS, R.E. 1979. Classification and nomenclature of viruses. Third report of the International Committee on Taxonomy of viruses. Intervirology, 12: 129-296.
- MEDINA, V.; T. CAMPOS; R. BALLESTEROS; A. GARRIDO; A. ALFARO 1978. Un complejo problema: el 'enrotjat' del arroz. Comunicación presentada en la reunión anual de la Sociedad Española de Microbiología (Sección Fitopatología). Valencia.

- MEDINA, V.; T. CAMPOS; R. BALLESTEROS; A. GARRIDO; A. ALFARO 1979. El enrotjat del arroz: una epidemiologia. Comunicaci3n presentada en la reuni3n anual de la Sociedad Espa1ola de Microbiologia (Secci3n Fitopatologia). C3rdoba.
- MEZZALAMA, M.; BURNETT, P.A. 1990a. Vector relationships of isolate of barley yellow dwarf virus in Mexico. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. P3g.: 296-299.
- MEZZALAMA, M.; BURNETT, P.A. 1990b. Annual variation in isolates of barley yellow dwarf virus in cereals, in the Toluca valley of Mexico. Barley yellow dwarf Newsletter, 3: 42-45.
- MORIONES, E.; GARCIA-ARENAL, F. 1990. Occurrence of Barley Yellow Dwarf Viruses in Small Grain Cereals and in Alternative Hosts in Spain. Plant Dis., 75: 930-934.
- MORIONES, E.; ORTEGO, F.; RUIZ TAPIADOR, M.; GUTIERREZ, C.; CASTA1ERA, P.; GARCIA-ARENAL, F. 1989. Epidemics of RPV- and PAV-like BYDV in cereals in Spain. IVth International Plant Virus Epidemiology Workshop. Montpellier, pag. 3-8.
- MORIONES, E.; ORTEGO, F.; RUIZ TAPIADOR, M.; GUTIERREZ, C.; CASTA1ERA, P.; GARCIA-ARENAL, F. 199-. Epidemiology of RPV- and PAV-like barley yellow dwarf viruses on winter barley in Central Spain. (Enviado a Phytopathology).
- NEWTON, C.; DIXON, A.F.G. 1988a. The cost of switching from asexual to sexual reproduction in an aphid. Entomol. exp. appl., 47: 283-287.
- NEWTON, C.; DIXON, A.F.G. 1988b. A preliminary study of variation of life-history traits and the occurrence of hybrid vigour in *Sitobion avenae* (F.) (Hemiptera: Aphididae). Bull. ent. Res., 78: 75-83.
- NEWTON, C.; DIXON, A.F.G. 1990. Pattern of growth in weight of alate and apterous nymphs of the English grain aphid, *Sitobion avenae*. Entomol. exp. appl., 55: 231-238.
- OSCA, J.M. 1990. Caracterizaci3n de las razas espa1olas de virus del amarilleo enanizante de la cebada (BYDV). Tesis Doctoral. Universidad Polit3cnica de Valencia. Escuela T3cnica Superior de Ingenieros Agr3nomos. 294 pp.

- OSLER, R.; REFATTI, E.; LORENZONI, C. 1990. Barley yellow dwarf and maize in Northern Italy. Barley yellow dwarf Newsletter, 3: 10-11.
- OSWALD, J.M.; HOUSTON, B.R. 1951. A new virus disease of cereals, transmissible by abphids. Plant Disease Reporter, 35: 471-475.
- OSWALD, J.M.; HOUSTON, B.R. 1953. Host range and epiphytology of the cereal yellow dwarf disease. Phytopathology, 43: 309-313.
- PALIWAL, Y.C. 1982. Role of perennial grasses, winter wheat, and aphid vectors in the disease cycle and epidemiology of barley yellow dwarf virus. Can. J. Pl. Path., 4: 367-374.
- PALIWAL, Y.C.; SINHA, R.C. 1970. On the mecanishm of persistence and distribution of Barley Yellow Dwarf Virus in an aphid vector. Virology, 42: 668-680.
- PANAYOTOU, P.C. 1982. Some aspects on barley yellow dwarf virus host range. Journal of Plant Diseases abd Protection, 89: 595-603.
- PEAD, M.T.; TORRANCE, L. 1988. Some characteristics of monoclonal antibodies to a British MAV-like isolate of barley yellow dwarf virus. Ann. appl. Biol., 113: 639-644.
- PEARSON, M.N.; ROBB, S.M. 1984. The occurrence and effects of barley yellow dwarf virus in maize in SW England. Pl. Path., 33: 503-512.
- PEREIRA, A.M.N. 1990. BYDV in Portugal. Barley yellow dwarf Newsletter, 3, pág. 19.
- PERESSINI, S. 1985. Utilizzazione del test immunoenzimatico in fase solida (ELISA) nella diagnosi delle infezioni naturali del virus del nanismo giallo dell'orzo (BYDV). Informatore fitopatologico, 11: 45-49.
- PERESSINI, S. 1987. Ricerche sul virus del nanismo giallo dell'orzo (BYDV): diagnosi e controllo su cereali autunno-vernini. Informatore Fitopatologico, 12: 37-40.

- PIKE, K.S. 1990. A review of barley yellow dwarf virus grain yield losses. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 356-361.
- PIKE, K.S.; SCHAFFER, R.L. 1985. Development of autumn populations of cereal aphids, *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae) and their effects on winter wheat in Washington State. Journal of Economic Entomology, 78: 676-680.
- PLUMB, R.T. 1974. Properties and isolates of BYDV. Ann. appl. Biol., 7: 87-91.
- PLUMB, R.T. 1976. BYDV in aphids caught in suction traps 1969-73. Ann. appl. Biol., 83: 153-159.
- PLUMB, R.T. 1977. Aphids and virus control on cereals. Proc. 1977. British Crop Protection Conference Pest and Diseases 3. Pág.: 903-913.
- PLUMB, R.T. 1981. Aphid-borne virus diseases of cereals. En: Euraphid 1980. Aphid forecasting and Pathogens and a Handbook for Aphid Identification. Rothamsted Experimental Station, 1980. Ed. por Taylor, L.R.. Pág.: 18-20.
- PLUMB, R.T. 1983. Barley yellow dwarf virus - a global problem. En: Plant Virus Epidemiology, ed. por Plumb, R.T. y Thresh, J.M., Blackwell Scientific Publications, Oxford. Pag.: 185-198.
- PLUMB, R.T. 1984. Chemical and cultural control of barley yellow dwarf. En: Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 52-57.
- PLUMB, R.T. 1986. A rational approach to the control of Barley Yellow Dwarf Virus. Journal of the Royal Agricultural Society of England, 147: 162-171.
- PLUMB, R.T. 1988. Opportunities for the integrated control of Barley Yellow Dwarf in U.K. Aspects of Applied Biology, 17: 153-161.
- PLUMB, R.T. 1990. The epidemiology of Barley Yellow Dwarf Virus in Europe. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 215-227.

- PLUMB, R.T. 1990. Notes from institute of arable crops research / Rothamsted Experimental Station. Barley yellow dwarf Newsletter, 3: 9-10.
- PLUMB, R.T.; CARTER, N.; TATCHELL, M. 1991. The epidemiology and prospects for control of barley yellow dwarf virus in autumn-and-spring sown crops. ANPP. Proceedings de: Second International Conference on Pests in Agriculture. Versailles, del 4 al 6 de diciembre de 1990.
- PONS, X. 1986. Biología de los vectores del enanismo amarillo de los cereales en las comarcas de Lleida. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. ETSEA de Lleida.
- PONS, X.; ALBAJES, R. 1986. Los pulgones como vectores de virosis en maíz. IV Jornadas Técnicas sobre maíz. Lleida abril 1986
- PONS, X.; ALBAJES, R. 1987a. Biology of BYDV vectors in wheat in Catalonia (Spain). IOBC/WPRS Bulletin 1987/X/1: 36-41.
- PONS; X.; ALBAJES, R. 1987b. Role of corn and vetch+cereal associated crop on BYDV vector populations in Catalonia (Spain). IOBC/WPRS Bulletin 1987/X/1: 42-45.
- PONS, X.; ALBAJES, R. 1990. Efecto de la época de siembra sobre las poblaciones de pulgones de cereales en Lérida como vectores del BYDV. Investigación Agraria. Serie Producción Vegetal, 5: 157-166.
- PONS, X.; COMAS, J.; ALBAJES, R. 1989. Maize in the North-east of Spain. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 24: 173-176.
- PONS, X.; COMAS, J.; ALBAJES, R. 1991. Overwintering of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on durum wheat under mediterranean climate (1983-1991). (En prensa)
- PONS, X.; ALBAJES, R.; AVILLA, J.; SARASUA, M.J.; ARTIGUES, M.; EIZAGUIRRE, M. 1989. Spring population development of cereal aphids on durum wheat in Lleida, NE of Spain. J. Appl. Ent., 107: 203-210.
- PORT, C.M. 1983. Timing of aphicides to control aphid vectors of barley yellow dwarf virus in winter barley. Tests of agrochemicals and cultivars, Ann. appl. Biol., 102: 18-19.

- RABBINGE, R.; ANKERSMIT, G.W.; PAK, G.A. 1979. Epidemiology and simulation of population development of *Sitobion avenae* in winter wheat. Neth. J. Path., 85: 197-220.
- RABBINGE, R.; SINKE, C.; MANTEL, W.P. 1983. Yield loss due to cereal aphids and powdery mildew in winter wheat. Mededelingen van de Faculteit der Landbouwwetenschappen der Rijksuniversiteit de Gent, 48: 1159-1168.
- RAUTAPAA, J. 1976. Population dynamics of cereal aphids and methods of predicting population trends. Ann. Agric. Fenn. 15: 272-293.
- RAUTAPAA, J; UOTI, J. 1976: Control of *Ropalosiphum padi* (L.) (Hom., Aphididae) on cereals. Ann. Agric. Fenn., 15: 101-110.
- ROBERT; Y.; DEDRYVER, C.A. 1977. Remarques sur l'activité de vol des pucerons des céréales, en Bretagne, depuis 10 ans. Ann. Phytopathol., 9: 371-376.
- ROBERTS, I.M.; HARRISON, B.D. 1979. Detection of potato mop-top viruses by immunosorbent electron microscopy. Ann. appl. Biol., 93: 289-297.
- ROCHOW, W.F. 1969a. Biological properties of four isolates of barley yellow dwarf virus. Phytopathology, 69: 1580-1589.
- ROCHOW, W.F. 1969b. Specificity in aphid transmission of a circulative plant virus. En: 'Viruses, vectors and Vegetation', ed. por Maramorosch, K. New York, pág. 175-198.
- ROCHOW, W.F. 1970. Barley yellow dwarf virus: phenotypic mixing and vector specificity. Science, 167: 875-878.
- ROCHOW, W.F. 1972. The role of mixed infections in the transmission of plant virus by aphids. Ann. Rev. Phytopathol., 10: 101-124.
- ROCHOW, W.F. 1973. Selective virus transmission by *R. padi* exposed sequentially to two barley yellow dwarf viruses. Phytopathology, 63: 1317-1322.
- ROCHOW, W.F. 1975. Barley yellow dwarf virus: dependent transmission by *Rhopalosiphum maidis* from mixed infections. Phytopathology, 65: 99-105.

- ROCHOW, W.F. 1977. Dependent virus transmission from mixed infections. En: 'Aphids as virus vectors'. Ed. por K.F. Harris, K.F.y Karamorosch, K.. Academic Press, New York. 559 pp.
- ROCHOW, W.F. 1979a. Comparative diagnosis of barley yellow dwarf by serological and aphid transmission tests. Plant Dis. Rep., 63: 426-430.
- ROCHOW, W.F. 1979b. Field variants of barley yellow dwarf virus: Detection and fluctuations during twenty years. Phytopatology, 69: 655-660.
- ROCHOW, W.F. 1982a. Identification of barley yellow dwarf viruses: comparison of biological and serological methods. Plant Disease, 66:381-384.
- ROCHOW, W.F. 1982b. Dependent transmission by aphids of Barley yellow dwarf luteoviruses from mixed infections. Phytopathology, 72: 302-305.
- ROCHOW, W.F.; ISRAEL, H.W. 1977. Luteovirus (Barley yellow dwarf virus) Group. En: The atlas of Insect Plant Viruses, ed. por Maramorosch, K., Academic Press. New York, pág.: 363-368.
- ROCHOW, W.F.; GILL, C.C. 1978. Dependent virus transmission by *Ropalosiphum padi* from mixed infections of various isolates of barley yellow dwarf virus. Phytopathology, 68: 451-456.
- ROCHOW, W.F.; CARMICHAEL, L.E. 1979. Specificity among Barley Yellow Dwarf Virus isolates in ELISA. Virology, 95: 415-420.
- ROCHOW, W.F.; DUFFUS, J.E. 1981. Luteoviruses and yellows diseases. En: Handbook of Plant Virus infections and comparative diagnosis, Ed. por Kurstak, E., Elsevier/North-Holland, Amsterdam, pág.: 147-170.
- ROCHOW, W.F.; MULLER, I.; GILDOW, F.E. 1983. Interference between two luteoviruses in an aphid. Lack of reciprocal competition. Phytopathology, 73: 919-922.
- ROCHOW, W.F.; I.E. AAPOLA; M.K. BRAKKE and I.E. CARMICHAEL 1971. Purification and antigenicity of three isolates of barley yellow dwarf virus. Virology 46: 117-126.

- ROCHOW, W.F.; MULLER, I.; GILDOW, F.E. 1983. Interference between two Luteoviruses in an Aphid: lack of reciprocal competition. Phytopathology, 73: 919-922.
- ROCHOW, W.F.; HU, J.S.; FOSTER, R.L.; HSU, H.T. 1987. Parallel identification of five luteoviruses that cause barley Yellow Dwarf. Plant Disease, 71: 272-275.
- TOKO, H.V.; BRUEHL, G.W. 1957. Strains of the cereal yellow-dwarf virus differentiated by means of the apple-grain and English grain aphids (Abstr.). Phytopatolgy, 47: 536.
- SCHALLER, C.W. 1984. The genetics of resistance to BYDV in barley. En: Proc. Barley Yellow Dwarf. Ed. por CIMMYT. México. Pág.: 93-99.
- SIGNORET, P.A.; ALLIOT, B. 1981. A new virus of maize in France. En: Proc. de 'third Conference on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Rothamsted Experimental Station, Harpenden. Gran Bretaña. Pág.: 1-3.
- SLYKHUIS, J.T.; ZILLINSKY, F.J.; HANNAH, A.E.; RICHARDS, W.R. 1959. Barley yellow dwarf virus on cereals in Ontario. Plant. Dis. Repr., 43: 949-854.
- SMITH, H.C. 1967. The effect of aphid number on the stage of plant growth in determining tolerance to barley yellow dwarf virus in cereals. N.Z. Jour. Agric. Res., 10: 445-466.
- SMITH, B.D.; KENDALL, D.A.; SINGER, M.C.; HALFACREE, S.; MATHIAS, K. 1977. Cereal aphids in the spread of BYDV. Report of Long Ashton Research Station for 1986. Pág.: 96-97.
- SOTHERTON, N.W.; van EMDEN, H.F. 1982. Laboratory assessments of resistance to the aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* in three *Triticum* species and two modern cultivars. Ann. appl. Biol., 101: 99-107.
- STONER, W.N. 1976. Reaction of some grasses to Barley yellow dwarf virus. Plant Dis. Rep., 60: 593-596
- STONER, W.N. 1977. Barley Yellow Dwarf Virus Infection in Maize. Phytopathology, 67: 975-981.

- STONER, W.N.; KIECKHEFER, R.W. 1979. Survival and reproduction of four cereal aphides on certain range grasses. Environ. Entomol., 8: 694-695.
- SUMNER, L.C.; NEED, J.T.; Mc NEW, R.W. DORSCHNER, K.W. EIKENBARY, R.D.; JOHNSON, R.C. 1983. Response of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae) to drought-stressed wheat, using polyethylene glycol as a matricum. Environ. Entomol., 12: 919-922.
- SUMNER, L.C.; EIKENBARY, R.D.; JOHNSON, R.C. 1986. Survival and reproduction of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Homoptera: Aphididae) on winter wheat during simulated drought stress. Journal of the Kansas Entomological Society, 59: 561-563.
- TATCHELL, G.M.; PLUMB, R.T.; CARTER, N. 1988. Migration of alate morphs of the bird cherry aphid (*Rhopalosiphum padi*) and implications for the epidemiology of barley yellow dwarf virus. Ann. appl. Biol., 112: 1-11.
- TOKO, H.V.; BRUEHL, G.W. 1959. Some host and vector relations of a strain of barley yellow dwarf virus. Phytopathology, 49: 343-347.
- TORRANCE, L. 1987. Use of enzyme amplification in an ELISA to increase sensitivity of detection of barley yellow dwarf virus in oats and individual vector aphids. Journal of Virological Methods, 15: 131-138.
- TORRANCE, L.; PEAD, M.T.; LARKINS, A.P.; BUTCHER, G.W. 1986. Characterization of monoclonal antibodies to a U.K. isolate of barley yellow dwarf virus. J. Gen. Virol., 67: 549-556.
- VIDANO, C. 1959. Sull' anolociclo del *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae) Rogerson. Mem. Soc. Ent. Ital., 38: 188-196.
- VICKERMAN, G.P.; WRATTEN, S.D. 1979. The biology and pest status of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) in Europe: a review. Bull. Ent. Res., 69: 1-32.
- VEREIJKEN, P.H. 1979. Feeding and multiplication of three cereal aphid species and their effect on yield of winter wheat. Pudoc. Wageningen, 58 pp.

- WALTERS, K.F.A.; DEWAR, A.M. 1986. Overwintering strategy and the timing of the spring migration of the cereal aphid *Sitobion avenae* and *Sitobion Fragariae*. J. Appl. Ecol., 23: 905-915
- WANGAI, A.W.; TORRES, E. 1990. Barley yellow dwarf virus situation report for eastern Africa with special emphasis on Kenya. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág. 71.
- WARD, S.A.; LEATHER, S.R.; DIXON, A.F.G. 1984. Temperature prediction and the timing of sex in aphids. Oecologia, 62: 230-233.
- WATERHOUSE, P.M.; GERLACH, W.L.; MILLER, W.A. 1986. Serotype-specific and general luteoviruses probes from cloned cDNA sequences of Barley Yellow Dwarf Virus. J. gen. Virol., 67: 1273-1281.
- WATERHOUSE, P.M.; GILDOW, F.E.; JOHNSTONE, G.R. 1988. Luteoviruses group. AAB Descriptions of Plant Viruses, nº 339.
- WATSON, M.A.; MULLIGAN, T.E. 1957. Cereal yellow dwarf virus in Great Britain. Plant Pathol., 6, 12.
- WATSON, M.A.; MULLIGAN, T.E. 1960a. The manner of transmission of Barley yellow dwarf viruses by different aphid species. Ann. appl. Biol., 48: 711-720.
- WATSON, M.A.; MULLIGAN, T.E. 1960b. Comparison of two Barley yellow dwarf viruses in glasshouse and fields experiments. Ann. appl. Biol., 48: 559-574.
- WATT, A.D. 1979. The effect of cereal growth stages on the reproductive activity of *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum*. Ann. appl. Biol., 91: 147-157.
- WAY, M.J.; CAMMELL, M.E. 1979. Optimising cereal yields - the role of pest control. Proc. 1979 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases. Pág: 663-672.
- WAY, M.J.; CAMMELL, M.E. 1981. Effects of weeds and wheat control on invertebrate pest ecology. En: Pests, Pathogens and Vegetation. Ed. por Thresh, J.M.. Pitman. London. Pág.: 443-458.

- von WECHMAR, M.B. 1984. Russian aphid spreads gramineae viruses. Technical communication n<sup>o</sup> 191. Department of Agriculture Republica of South Africa, pag: 38-41.
- WELLINGS, P.W.; DIXON, A.F.G. 1987. The role of weather and natural enemies in determining aphid outbreaks. En: Insect Outbreaks. Ed. por Barbosa, P.; Shultz, J.C.. Academic Press, San Diego.
- WEN, F.; LISTER, R.M. 1989. Cross protection from barley yellow dwarf viruses. Barley yellow dwarf Newsletter, 2: 62-64.
- WEN, F.; LISTER, R.M. 1990. Studies of cross protection among strains of BYDV. Barley yellow dwarf Newsletter, 3: 37-38.
- WIKTELIUS, S. 1981. Diurnal flight periodicities and temperature thresholds for flight for different migrant forms of *Ropalosiphum padi* (L.) (Hom. Aphididae). Z. Ang. Ent., 92: 449-457.
- WIKTELIUS, S. 1984. Studies of population development of the primary host and spring migration of *Ropalosiphum padi* (L.) (Hom. aphididae). Z. Ang. Ent.: 97: 217-222.
- WILLIAMS, C.T. 1980. Low temperature mortality of cereal aphids. Bull IOBC/WPRS, III/4, 63-66.
- WILLIAMS, C.T.; WRATTEN, S.D. 1987. The winter development reproduction and lifespan of viviparae of *Sitobion avenae* (F.) on wheat in England. Bull. ent. Res., 77: 19-34.
- WRATTEN, S.D. 1975. The nature of the effects of the aphids, *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) on winter wheat. Ann. appl. Biol., 79: 27-34.
- WRATTEN, S.D. 1977. Reproductive strategy of winged and wingless morphs of the aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum*. Ann. appl. Biol., 85: 319-331.
- WRATTEN, S.D. 1978. Effects of feeding position of aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* on wheat yield and quality. Ann. appl. Biol., 90: 11-20.

WRATTEN, S.D.; BRYAN, K.; COOMBES, D.; SNOPP, P. 1985. Evaluation of polyphagous predators of aphids in arable crops. Proc. 1984 British Crop Protection Conference-Pests and Diseases. Pág.: 271-276.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res., 14: 415-421.

ZAPPAROLI, M.; LASINIO, P.J. 1990. Preliminary reports on the overwintering of *Rhopalosiphum padi* in Central Italy. En: World Perspectives on Barley Yellow Dwarf, Ed. por Burnett, P.A., CIMMYT, Mexico. Pág.: 332-333.