

Rol de los cereales de invierno y su sistema de manejo en la dinámica poblacional de *Delphacodes kuscheli*, insecto vector del MRCV

Boito, G.T. y J.A. Ornaghi

RESUMEN

El Mal de Río Cuarto es la enfermedad virósica más importante del maíz en la Argentina. El virus pertenece al género *Fijivirus* (Reoviridae). Es transmitido en forma persistente propagativa por *Delphacodes kuscheli* Fennah (Hemiptera-Delphacidae). Varios cultivos son reservorios naturales del virus y hospedantes del vector. El objetivo de este trabajo fue determinar el rol de la avena, cebada, centeno, triticale y trigo (pastoreados y no pastoreados) en la dinámica poblacional de *D. kuscheli*. El ensayo se realizó dentro del área endémica de la enfermedad, bajo un diseño en franjas en 1998, 1999 y 2000. Se estudió la variación del número de individuos en el tiempo, utilizando como unidad de muestreo los individuos colectados semanalmente en cien golpes de red. Éstos fueron clasificados en ninfas y adultos (macrópteros y braquípteros). Los resultados muestran la importancia del manejo sobre las poblaciones del vector, ya que éstas son mayores en los cultivos pastoreados. La avena registró el mayor número de individuos, seguida por trigo y cebada. El momento del pico poblacional de adultos macrópteros en avena es diferente a los otros cultivos evaluados. La tasa de crecimiento poblacional de ninfas y adultos braquípteros fue mayor en avena, mientras que no se registraron diferencias entre los otros cultivos.

Palabras clave: Mal de Río Cuarto, cereales invernales, sistemas de manejo, *Delphacodes kuscheli*, epidemiología.

Boito, G.T. and J.A. Ornaghi, 2008. Role of winter cereals and their management system in the population dynamics of *Delphacodes kuscheli*, the MRCV vector insect. Agriscientia XXV (1): 17-26

SUMMARY

The Mal de Río Cuarto is the most important disease in maize in Argentina. The virus belongs to the Genus *Fijivirus* (Reoviridae). It is transmitted in a persistent propagative manner by *Delphacodes kuscheli* Fennah (Hemiptera-Delphacidae).

Several grain crops are virus reservoirs and insect vector hosts. The objective of this work was to study the role of grazed and non grazed oat, barley, wheat, rye and triticale in the population dynamics of *Delphacodes kuscheli*. The experimental plots were sown in the endemic MRC area under a strip design during the 1998, 1999 and 2000 seasons. Vector insect populations were evaluated weekly using a sweep net (100 net sweeps). The collected material was classified into nymphs and adults (macropters and brachypters). Results highlight the importance of crop management on vector population because grazed cereal winter crops show the highest vector insect number. Oat crop shows the largest number of vector insect, followed by wheat and barley. The peak occurrence of adult macropter population in oat is clearly different from that in the other cereals evaluated. The rate of population growth of nymphs and adult brachypters was more important in oat, showing no differences among the others crops.

Keys words: Mal of Río Cuarto, winter cereals, management system, *Delphacodes kuscheli*, epidemiology.

G.T. Boito y J.A. Ornaghi. *Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria - Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta 8 Km 601. (5800) Río Cuarto - Argentina. Correspondencia a G.T. Boito: gboito@ayv.unrc.edu.ar*

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos cerealeros del mundo; la producción de grano para la campaña 2004/05 fue de 721 millones de toneladas en 147 millones de hectáreas cosechadas, con un rendimiento promedio de aproximadamente 49 qq ha⁻¹. La Argentina ocupa el décimo lugar con una superficie cosechada de 2,3 millones de hectáreas, 15 millones de toneladas de producción y rendimiento promedio de 64,3 qq ha⁻¹ (FAO, 2005).

El Mal de Río Cuarto (MRC) es la principal enfermedad virósica del maíz en la República Argentina, por la severidad de los síntomas que produce, las pérdidas que ocasiona y la difusión que ha alcanzado dentro del área maicera (Lenardon *et al.*, 1987; March *et al.*, 1993; Ornaghi *et al.*, 1995; March *et al.*, 1997; Lenardon *et al.*, 1998; Laguna y Giménez Pecci, 2004).

En el departamento Río Cuarto (Córdoba) la virosis se presentó por primera vez en la década del 60 y luego sistemáticamente todos los años en todas las áreas donde se cultivaba maíz, con valores de incidencia y severidad variables (Lenardon y March, 1983; Lenardon *et al.*, 1987; Lenardon y March, 1987). Esto llevó a considerar a esa zona como

endémica para la enfermedad.

El agente causal del MRC pertenece a la familia Reoviridae, género *Fijivirus*, y es transmitido por su insecto vector en forma persistente-propagativa (Nome *et al.*, 1980; Boccardo & Milne, 1984; Muñoz *et al.*, 1991; Truol *et al.*, 2001; Arneodo, 2004).

El principal vector del MRCV, en la zona endémica de la enfermedad, es *Delphacodes kuscheli* Fennah (Hemiptera-Delphacidae) (Lenardon *et al.*, 1985; Remes Lenicov *et al.*, 1985).

D. kuscheli está presente durante todo el año en el área endémica de la enfermedad sobre una serie de hospedantes (cultivados y silvestres) que le permiten mantenerse, multiplicarse y adquirir el virus para luego transmitirlo al cultivo de maíz (Remes Lenicov *et al.*, 1991). Estos hospedantes, que actúan como reservorios naturales del virus y hospedantes del vector, adquieren gran importancia al ser el MRC una enfermedad monocíclica, de modo tal que el maíz no juega ningún papel como fuente de inóculo.

Entre las especies hospedantes cultivadas se destacan avena (*Avena sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), triticale (*Triticum aestivum* x *Secale cereale*), centeno (*Secale cereale* L.) y, en menor medida, trigo (*Triticum aestivum* L.); todas éstas, por ser el departamento Río Cuarto una zona netamente

agrícola-ganadera, se usan en la alimentación del ganado.

Avena, trigo y centeno han sido mencionados como hospedantes naturales de *D. kuscheli*, y los dos primeros son los más adecuados para el desarrollo del insecto ya que las densidades poblacionales y sus tasas de incremento fueron más elevadas que en otros cultivos (Tesón *et al.*, 1986; Remes Lenicov *et al.*, 1991; Gimenez Pecci *et al.*, 1993, Ornaghi *et al.*, 1993a).

March *et al.* (1997) destacan que las poblaciones de *D. kuscheli* desarrollan mejor sobre avenas destinadas a pastoreo ya que brindan hábitat más adecuados para su desarrollo, poniendo en evidencia el rol preponderante de esta especie y de su manejo en la epidemiología de la virosis. Grilli y Gorla (1997) determinaron que la abundancia del insecto está correlacionada positivamente con la superficie dedicada a pasturas naturales y cultivadas y negativamente con la superficie destinada a cultivos para granos.

El objetivo del presente trabajo fue analizar la variación en el tiempo del número de individuos de *D. kuscheli* en los principales cereales invernales (avena, trigo, cebada, triticale y centeno) sujetos a dos sistemas de manejo (pastoreo y no pastoreo), con la finalidad de comparar dichas poblaciones y determinar el rol que cada cultivo desempeña en la dinámica de éstas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción del ensayo

Los ensayos se llevaron a cabo en un lote ubicado en el paraje Los Montes Negros, 25 km al este de la ciudad de Río Cuarto, departamento Río Cuarto (Córdoba, Argentina), área endémica de la enfermedad.

Con el fin de estudiar la variación en el tiempo del número de individuos de *D. kuscheli* sobre los cereales invernales, se realizó un ensayo con un diseño de franjas en bloques con dos factores: **a**, cultivo, con cinco niveles (avena, trigo, cebada, triticale y centeno) y **b**, manejo, con dos niveles (pastoreo y no pastoreo). El bloqueo se realizó en el tiempo (años 1998, 1999 y 2000).

El tamaño de cada parcela fue de 10.000 m². La mitad de dicha superficie correspondió a cada sistema de manejo. Los cultivos utilizados fueron avena Cristal, trigo Buck Charrúa, cebada forrajera Uñaiché, triticale Quiñé y centeno Suquía, que son los de uso más frecuente por los productores de la

zona.

Los mencionados cultivos fueron implantados bajo sistema de labranza convencional, entre fines de marzo y principios de abril. Cuando las plantas llegaron a una altura de aproximadamente 15 cm, se sometieron las parcelas correspondientes a pastoreo intensivo con una carga de seis animales por hectárea, realizando tres pastoreos hasta la senescencia del cultivo.

Muestreos del insecto vector

Los muestreos del insecto vector se efectuaron semanalmente durante el ciclo de los cultivos (abril a diciembre). Para ello se utilizó una red de arrastre convencional de 38 cm de diámetro y se siguió la metodología utilizada por Ornaghi *et al.* (1993b). La unidad de muestreo fue de 100 golpes de red, dividida en cuatro submuestras de 25 golpes cada una, distribuidas al azar en la parcela, para contrarrestar el efecto de la distribución agregada del insecto (Garat *et al.*, 1999).

Los insectos fueron sometidos a la acción de gas carbónico, para adormecerlos y facilitar la separación de los ejemplares de *D. kuscheli* del resto de lo colectado. Posteriormente se procedió al recuento y clasificación de éstos según su composición etaria (en ninfas y adultos) y desarrollo alar (macrópteros, alas largas, y braquípteros, alas cortas), con ayuda de una lupa estereoscópica.

Análisis de datos

Para facilitar el análisis de los datos obtenidos y eliminar el efecto de los valores extremos, éstos se modificaron según el logaritmo natural del número de individuos más uno ($\ln N^{\circ} + 1$) (Ornaghi *et al.*, 1993b).

Se efectuaron las siguientes acciones:

a.- Un análisis de la variación en el tiempo del número de individuos de *D. kuscheli* sobre los diferentes cultivos y sistemas de manejo.

b.- Un análisis univariado de los datos, a fin de establecer si las diferencias en el número de individuos colectados, sobre los distintos cultivos sometidos a los dos sistemas de manejo, fueron estadísticamente significativas. Para ello se determinaron en primer lugar las variables a analizar, las que se detallan a continuación:

Y₁: número total de individuos de cada uno de los estados del insecto (ninfas, adultos macrópteros y adultos braquípteros) colectados durante todo el período de muestreo, sobre cada cultivo y sistema de manejo (expresado como $\ln N^{\circ} + 1$).

Y_2 : número de individuos de cada estado (ninfas, adultos macrópteros y adultos braquípteros), colectados cuando ocurre el principal pico poblacional sobre cada cultivo y sistema de manejo (expresado como $\ln N^{\circ}+1$).

Y_3 : momento del calendario juliano donde ocurre dicho pico poblacional.

Se sometieron los datos a análisis de varianza y test de comparación de medias "Least significant difference" (LSD) utilizando el programa estadístico SAS (SAS System, 1989).

c.- Comparación del crecimiento poblacional de ninfas y adultos braquípteros en los diferentes cultivos sometidos a pastoreo, mediante la tasa de incremento aparente "r" utilizada en estudios similares para establecer diferencias en el crecimiento poblacional del insecto en diferentes años y áreas agrícolas (Ornaghi *et al.* 1993b). Este parámetro es frecuentemente utilizado para la comparación de epidemias o curvas de progreso de enfermedades (March *et al.*, 2004). Para ello se realizó un análisis de regresión lineal de las curvas de progreso de las poblaciones de ninfas y adultos braquípteros, ajustadas a través del modelo temporal logístico (Madden, 1985; 1986; Madden *et al.*, 2007). Las tasas de incremento obtenidas de dicho análisis en los distintos cultivos se comparan, de a pares, utilizando el error estándar asociado a dicho parámetro mediante la siguiente ecuación (Campbell & Madden, 1990):

$$(\mu_1 - \mu_2) \pm t [P/2; n_1 - n_2 - (2p)] \times S(d) \quad \text{Ecuación 1}$$

donde

μ es el parámetro "r" estimado para cada cultivo

t es el valor de la tabla de distribución "t" con un nivel de significancia P/2 y $[n_1+n_2-(2p)]$ grados de libertad

p es el número de parámetros estimados por el modelo.

n_1 y n_2 es el número de observaciones (muestras) para cada cultivo.

S(d) es el error estándar de la diferencia, calculado de la siguiente manera:

$$S(d) = [S^2(\mu_1) + S^2(\mu_2)]^{1/2} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde

S es el error asociado al parámetro.

Si el intervalo obtenido con la ecuación 1 incluye al cero significa que no hay diferencias significativas entre los dos parámetros comparados. Por el contrario, si no lo incluye hay diferencias significativas entre los parámetros.

Se realizó un análisis de varianza con las tasas

de incremento aparente obtenidas en los diferentes cultivos, para los 3 años, y luego una comparación de medias mediante el test LSD utilizando el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a.- Análisis de la variación en el tiempo del número de individuos (fluctuación poblacional) de *D. kuscheli*.

En los cultivos destinados a cosecha la cantidad de individuos colectados en los 3 años en que se realizó el estudio (1998, 1999 y 2000) fue baja, ya que no superó los valores de 50 ejemplares para el caso de las ninfas, 40 de adultos macrópteros y 20 de adultos braquípteros, obtenidos sobre avena entre mediados y fines de octubre, y por ello no se realizó la comparación gráfica entre dichos cultivos. Estos resultados coinciden con lo expresado por Denno & Roderick (1990), Grilli y Gorla (1997), March *et al.* (1997), Vivas y Clavijo (2000). Ello podría deberse a que el cultivo en los primeros estados vegetativos así como los rebrotes luego del pastoreo, ofrecen al insecto un alimento de mayor calidad y valor nutritivo, en contraposición a lo que ocurre con los tejidos maduros de la planta cuando el cultivo es destinado a cosecha de grano.

Cuando se analiza la variación en el tiempo del número de individuos (ninfas y adultos) de *D. kuscheli*, en los 3 años en que se realizó el ensayo en los cultivos sometidos a pastoreo se observa que las poblaciones comienzan a adquirir relevancia a partir del mes de octubre (Figuras 1, 2 y 3). En los monitoreos realizados durante el período comprendido entre mayo y septiembre no se observaron individuos.

Se observó que el número de individuos (ninfas y adultos) colectados fue mayor en avena, seguido por trigo y cebada. Similares resultados fueron obtenidos para avena (Tesón *et al.*, 1986; Remes Lenicov *et al.*, 1991; Gimenez Pecci *et al.*, 1993) y avena y trigo (Ornaghi *et al.*, 1993a).

Se observaron dos picos poblacionales (que corresponden a dos generaciones del insecto), el primero a mediados del mes de octubre y el segundo a mediados del mes de diciembre. Este último fue el más importante en cuanto a número de individuos, principalmente para avena y trigo, coincidiendo con lo expresado por Grilli y Gorla (2002). En el cultivo de cebada fue más importante el primer pico poblacional en los individuos adultos y el segundo en las ninfas. En los cultivos de triticale y centeno hubo variaciones en el comportamiento de las poblaciones del insecto en los 3 años en que se

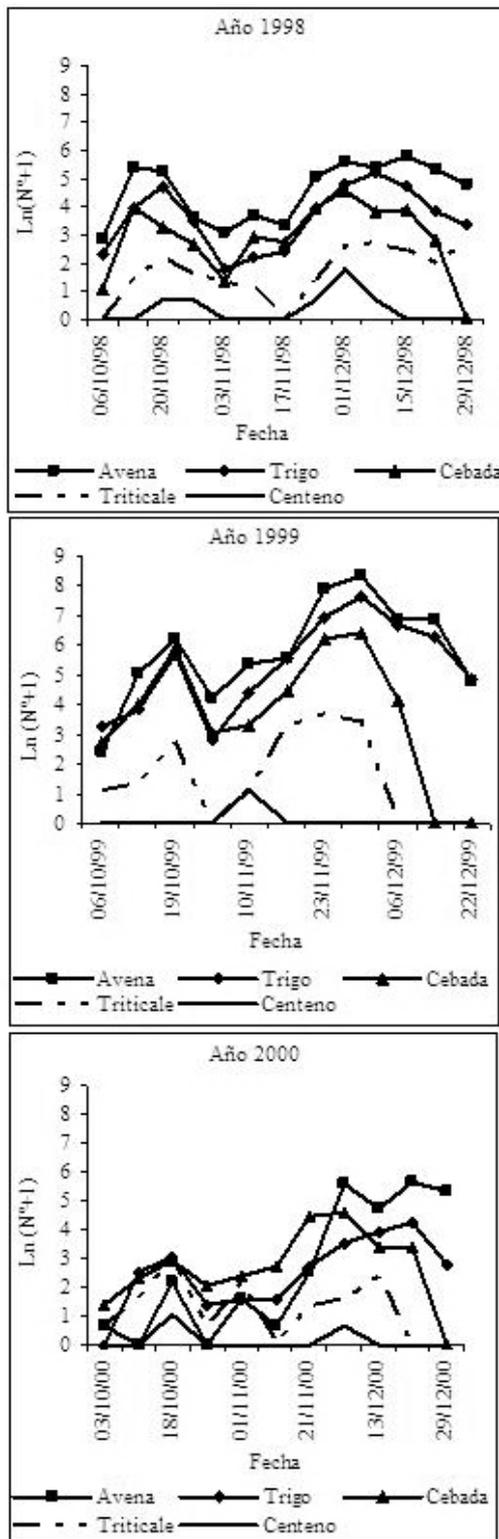


Figura 1. Fluctuación poblacional de ninfas de *Delphacodes kuscheli* F. en cultivos sometidos a pastoreo. Años 1998, 1999 y 2000.

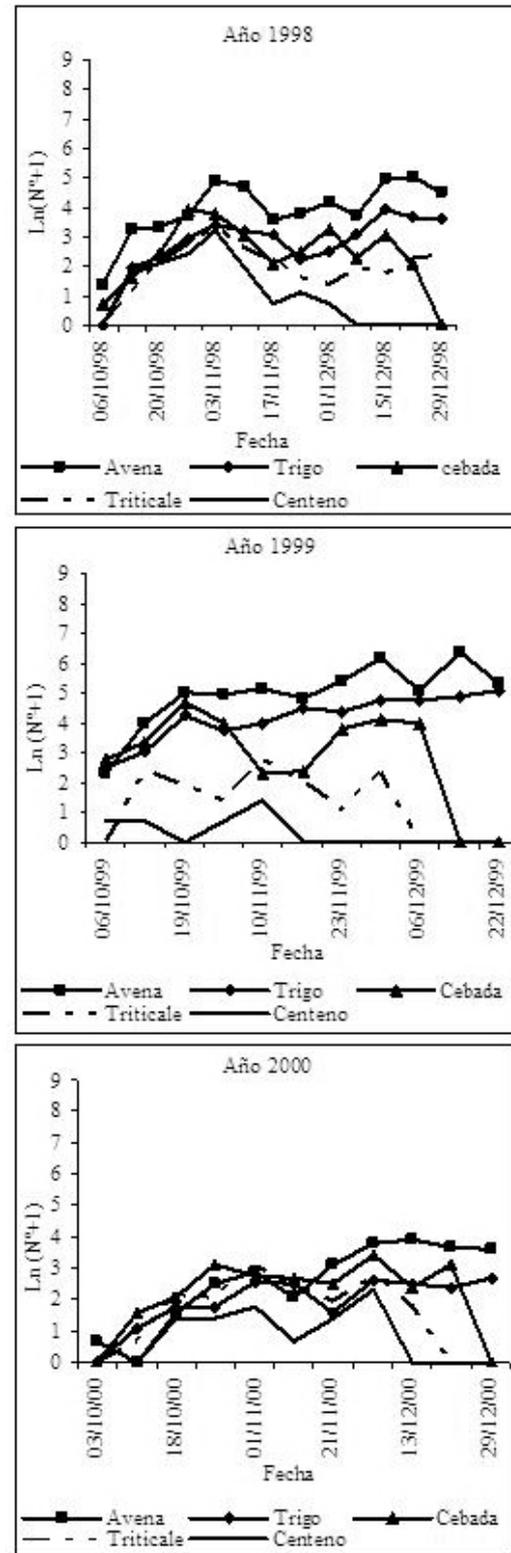


Figura 2. Fluctuación poblacional de macropterios de *Delphacodes kuscheli* F. en cultivos sometidos a pastoreo. Años 1998, 1999 y 2000.

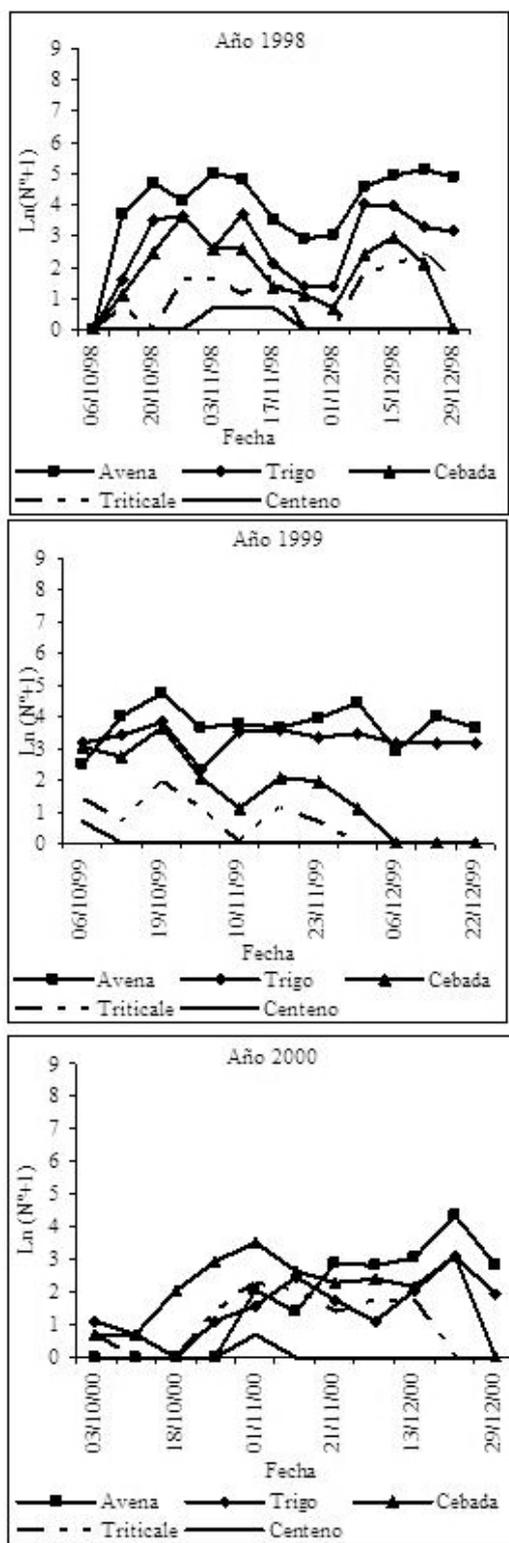


Figura 3. Fluctuación poblacional de braquíferos de *Delphacodes kuscheli* F. en cultivos sometidos a pastoreo. Años 1998, 1999 y 2000.

realizó el estudio.

En los cultivos de centeno, cebada y triticale la senescencia se produce en forma anticipada respecto a avena y trigo, por lo que las ninfas tienden a disminuir sus poblaciones, mientras que éstos siguen emitiendo rebrotes luego del pastoreo, lo que mantiene altos los contenidos de nitrógeno que favorecen el desarrollo del insecto. Esto coincide con lo expresado por Cook & Denno (1994) que observaron que los delfácidos se desarrollan más rápido y son más fecundos cuando se crían en plantas ricas en nitrógeno. Además, Denno & Roderick (1990) destacan que en ciertas especies multivoltinas como las pertenecientes al género *Delphacodes*, hay una correlación entre las poblaciones de adultos en primavera y los máximos niveles de nitrógeno de sus gramíneas hospederas.

Las bajas densidades poblacionales de ninfas como así también de adultos braquíferos, estos últimos principales responsables del crecimiento poblacional (Denno, 1994a, b), en los cultivos de triticale y centeno muestran que éstos son menos adecuados para el desarrollo del insecto.

b.- Análisis estadístico.

El modelo de ANOVA utilizado correspondiente al diseño en franjas con los factores cultivo y sistemas de manejo, ajustó significativamente con un coeficiente de determinación (R^2) superior a 0,90 y un coeficiente de variación (CV) inferior a 25, para las variables Y_1 e Y_2 en los tres estados del insecto y para la variable Y_3 de los individuos macrópteros (Tabla 1). Debido a que no se observaron ninfas ni adultos braquíferos en algunos de los cultivos destinados a cosecha la variable Y_3 , para dichos individuos, fue analizada mediante un modelo de ANOVA en bloques. Éste ajustó para los individuos braquíferos, con un R^2 de 0,79 y un CV de 5,38, pero no para el caso de las ninfas en las cuales el modelo resultó no significativo (Tabla 1).

Al analizar la interacción cultivo por manejo, en las variables analizadas mediante ANOVA con diseño en franjas, se observa que ésta no fue estadísticamente significativa para la mayoría de ellas (Tabla 2), lo cual indica que las diferencias en el número de individuos entre los cultivos no están influidas por el sistema de manejo. Para las variables Y_2 Br e Y_3 M se detectó interacción cultivo por manejo.

Se detectaron efectos principales del factor cultivo y del factor manejo. Los valores de probabilidad se muestran en las Tablas 3 y 4 respectivamente.

Los datos obtenidos del test de comparación de

Tabla 1. Valores de coeficiente de determinación, coeficiente de variación y probabilidad para las variables analizadas con ANOVA.

Variable	Y ₁ N	Y ₁ M	Y ₁ Br	Y ₂ N	Y ₂ M	Y ₂ Br	Y ₃ N	Y ₃ M	Y ₃ Br
R ²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,97	0,6	0,92	0,79
CV	22,36	12,83	23,99	22,92	17,29	24,1	4,82	5,78	5,38
Pr>F	0,0007	0,0002	0,0003	0,0007	0,0009	0,0003	0,1787	0,0174	0,0198

N: ninfas M: macrópteros Br: braquípteros
 Los valores resaltados son estadísticamente significativos.

Tabla 2. Valores de probabilidad de la interacción cultivo por manejo, para las variables analizadas con ANOVA en franjas.

	Y ₁ N	Y ₁ M	Y ₁ Br	Y ₂ N	Y ₂ M	Y ₂ Br	Y ₃ M
Pr>F	0,4072	0,6147	0,0680	0,2988	0,5517	0,0371	0,0308

N: ninfas M: macrópteros Br: braquípteros
 Los valores resaltados son estadísticamente significativos.

Tabla 3. Test de hipótesis (error Tipo III MS) utilizando la interacción bloque por cultivo como término de error. Grados de libertad: 4

Variable	Tipo III SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr>F
Y ₁ N	102,58	25,64	18,13	0,0004
Y ₁ M	29,62	7,4	6,68	0,0115
Y ₁ Br	58,89	14,72	10,75	0,0026
Y ₂ N	72,51	18,12	15,12	0,0008
Y ₂ M	18,38	4,59	5,29	0,0222
Y ₂ Br	32,80	8,20	17,39	0,0005
Y ₃ M	5377,66	1344,41	3,83	0,0403

N: ninfas M: macrópteros Br: braquípteros
 Los valores resaltados son estadísticamente significativos.

Tabla 4. Test de hipótesis (error Tipo III MS) utilizando la interacción bloque por manejo como término de error. Grados de libertad: 1

Variable	Tipo III SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr>F
Y ₁ N	57,94	57,94	44,61	0,0217
Y ₁ M	37,24	37,24	198,84	0,0050
Y ₁ Br	52,48	52,48	37,21	0,0258
Y ₂ N	38,07	38,07	28,60	0,0332
Y ₂ M	21,46	21,46	1090,16	0,0009
Y ₂ Br	28,97	28,97	56,56	0,0172
Y ₃ M	13781,63	13781,63	18,00	0,0413

N: ninfas M: macrópteros Br: braquípteros
 Los valores resaltados son estadísticamente significativos.

medias (LSD) para las variables en las cuales no hubo interacción cultivo por manejo se muestran en la Tabla 5. Se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos sistemas de manejo, independiente del cultivo. Respecto al factor cultivo hubo diferencias estadísticamente significativas entre avena y triticale y centeno en todas las variables analizadas, mientras que no se registraron diferencias entre avena, cebada y trigo.

En las dos variables en las cuales hubo interacción cultivo por manejo (Tabla 6) se registraron diferencias estadísticamente significativas entre avena y trigo con cebada, triticale y centeno en los cultivos sometidos a pastoreo; mientras, en los cultivos destinados a cosecha sólo se dieron diferencias de avena con triticale y centeno en los braquípteros y de trigo y cebada con centeno para los macrópteros.

Respecto a las variables analizadas con ANOVA correspondiente a un diseño en bloques, no se detectaron efectos del factor cultivo, pero sí efectos de bloques para el momento en que ocurre el pico

poblacional en los individuos braquípteros (Y₃ Br) (Tabla 7).

c.- Crecimiento poblacional de ninfas y adultos braquípteros.

El modelo de regresión lineal usado para determinar la tasa de incremento poblacional de ninfas en los cultivos sometidos a pastoreo ajustó (P< 0,05) con un R² superior a 0,69 en los 3 años en que se llevó a cabo el estudio, a excepción del cultivo de triticale en el año 2000. En el caso de los adultos braquípteros el modelo usado ajustó con valores de R² superiores a 0,60, excepto para el cultivo de centeno en el que sólo hay valores de tasa de incremento aparente para el año 1998, mientras en los años 1999 y 2000 no se experimentó dicho proceso.

Cuando se compararon las tasas de incremento obtenidas para los diferentes cultivos en un mismo año, utilizando el error estándar asociado, se observó que hubo diferencias estadísticamente significativas

Tabla 5. Comparación de medias mediante el uso del test LSD para las variables en las cuales la interacción cultivo por manejo no fue estadísticamente significativa.

Factor	Y1N**	Y1M**	Y1Br**	Y2N	Y2M
Cultivo					
Avena	6,07 a	5,36 a	4,59 a	5,05 a	3,95 a
Trigo	5,41 a	4,38 ab	3,52 ab	4,39 a	2,99 ab
Cebada	4,65 ab	4,30 ab	3,22 ab	3,85 ab	3,18 ab
Centeno	0,82 c	2,40 c	0,46 c	0,66 c	1,63 c
Triticale	3,41 b	3,46 bc	2,14 b	2,54 b	2,38 bc
Error	1,4149	1,1081	1,3693	1,1989	0,8697
D. S. M.	1,58	1,40	1,56	1,46	1,24
Manejo					
Con pastoreo	5,46 a	5,09 a	4,11 a	4,42 a	3,67 a
Sin pastoreo	2,68 b	2,86 b	1,46 b	2,17 b	1,98 b
Error	1,2988	0,1872	1,4103	1,3312	0,0196
D. S. M.	1,79	0,68	1,86	1,81	0,22

Medias con igual letra no muestran diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$)

Grados de Libertad (Cultivos) = 8 Grados de Libertad (Manejo) = 2

* Expresadas como $\ln(N^{\circ}+1)$ ** $N = \sum_{i=1}^n m$ Donde: m: N° de individuos/unidad de muestreo y n: número de muestreos en el tiempo. N: Ninfas. M: adultos braquiópteros. Br: adultos braquiópteros. D.S.M.: Diferencia significativa mínima

entre todos los cultivos sometidos a pastoreo.

El modelo de ANOVA utilizado para comparar las tasas de incremento de *D. kuscheli* sobre los cinco cultivos, en los 3 años del estudio, ajustó con un R^2 superior a 0,80 y un CV inferior a 35 para las ninfas y braquiópteros, y en ambos casos hubo efectos del factor cultivo pero no de bloques (Tablas 8 y 9).

Esto refleja que no todos los cultivos ofrecen la misma calidad de alimento para el desarrollo de las poblaciones del insecto, hecho que se repite en los 3 años en que se realizó el estudio, y confirma lo expresado anteriormente en coincidencia con Tesón *et al.* (1986), Remes Lenicov *et al.* (1991), Gimenez Pecci *et al.* (1993), Ornaghi *et al.* (1993a), Cook & Denno (1994) y Denno (1994a, b).

Al realizar la comparación de medias (test LSD) de las tasas de incremento obtenidas para los 3 años en los diferentes cultivos, se observa que, tanto en las ninfas como en los adultos braquiópteros, hubo diferencias estadísticamente significativas de avena con el resto de los cultivos (Tabla 10).

Este análisis confirma la calidad del cultivo de avena como hospedante de *D. kuscheli* al permitir mayores incrementos poblacionales de esta especie, en coincidencia con los estudios realizados por Tesón *et al.* (1986), Remes Lenicov *et al.* (1991), Gimenez Pecci *et al.* (1993) y Ornaghi *et al.* (1993a).

Tabla 6. Comparación de medias mediante el uso del test LSD para las variables en las cuales la interacción cultivo por manejo fue estadísticamente significativa.

Variable	Cultivo	Con pastoreo	Sin Pastoreo
Y2 Braquiópteros*	Avena	4,73 a	2,13 a
	Trigo	3,64 a	1,33 ab
	Cebada	3,60 b	0,99 ab
	Triticale	2,21 c	0,59 b
	Centeno	0,69 d	0,00 b
Error	0,0688	0,6337	
D.S.M	0,49	1,49	
Y3 Macrópteros	Avena	350,66 a	274,33 ab
	Trigo	356,33 a	300,00 a
	Cebada	308,66 b	301,00 a
	Triticale	309,00 b	297,67 ab
	Centeno	318,33 b	255,64 b
Error	127,9333	538,6833	
D.S.M	21,29	43,7	

Medias con igual letra no muestran diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$)

Grados de Libertad (Cultivos) = 8 Grados de Libertad (Manejo) = 2

* Expresada como $\ln(N^{\circ}+1)$

D.S.M.: Diferencia significativa mínima

Tabla 7. Datos obtenidos del ANOVA para la variable Y_3

Fuente	G.L	Tipo III SS	C. Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	2	5580,40	2790,20	9,63	0,0074
Cultivo	4	3205,06	801,26	2,76	0,1031

Tabla 8. Datos del ANOVA para las tasas de incremento aparente de ninfas. Años 1998, 1999 y 2000.

Fuente	G.L	Anova SS	C. Medio	Valor F	Pr > F
Variación					
Cultivo	4	0,00866	0,002165	8,28	0,0061
Bloque	2	0,00024	0,00012	0,46	0,6464

Tabla 9. Datos del ANOVA para las tasas de incremento aparente de braquiópteros. Años 1998, 1999 y 2000.

Fuente	G.L	Anova SS	C. Medio	Valor F	Pr > F
Variación					
Cultivo	3	0,00634	0,002115	5,37	0,0389
Bloque	2	0,00359	0,001797	4,57	0,0624

Tabla 10. Comparación de las tasas de incremento aparente "r" en los cultivos sometidos a pastoreo. Años 1998, 1999 y 2000.

Cultivo	Estado del insecto	
	Ninfas	Braquiópteros
Avena	0,0922 a	0,0942 a
Trigo	0,0525 b	0,0450 b
Cebada	0,0481 bc	0,0424 b
Centeno	0,0207 c	
Triticale	0,0344 bc	0,0370 b
DSM	0,0305	0,0396
Error	0,000262	0,000394
G.L.	8	6

Medias con igual letra no muestran diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) G.L.= grados de libertad.
D.S.M.: Diferencia significativa mínima

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten confirmar la importancia del pastoreo sobre los cereales invernales ya que ejercen un efecto positivo en el desarrollo de las poblaciones del insecto vector del MRCV.

La cantidad de individuos macrópteros aportados fue significativamente mayor en el cultivo de avena; ellos constituyen la fuente de inóculo inicial de la enfermedad y adquieren gran importancia epidemiológica por ser ésta de carácter monocíclica. Respecto al momento en que ocurre el pico poblacional de los mencionados individuos, los cultivos de avena y trigo, que se mantienen en condiciones apropiadas para el desarrollo de las poblaciones por tiempos más prolongados, se diferencian del resto de los cultivos pastoreados que entran en senescencia anticipadamente. Por esto, los individuos que vuelan desde avena y trigo son los que encuentran a los cultivos de maíz en sus primeras etapas vegetativas y provocan las infecciones en el momento de mayor susceptibilidad.

La calidad alimenticia y capacidad para soportar la cría del insecto de los cultivos de avena, trigo y cebada, reflejada en el número de ninfas y adultos braquiópteros, nuevamente confirma la importancia de estos cultivos y la baja calidad ofrecida por triticale y centeno, en los cuales se registró un reducido número de individuos.

En avena las tasas de incremento de las poblaciones de ninfas y adultos braquiópteros son mayores respecto al resto de los cultivos estudiados, quedando una vez más establecida la importancia de este cereal en la epidemiología de la enfermedad.

Si se tiene en cuenta que el 90 % de la superficie

sembrada con estos cultivos destinados a pastoreo corresponde a la avena, y tan solo el 5% al trigo, y además que el cultivo de cebada cumple su ciclo anticipadamente, surge la avena como principal responsable del aporte de individuos macrópteros que al dispersarse causan las infestaciones a los cultivos de maíz.

BIBLIOGRAFÍA

- Arneodo, J.D., 2004. Caracterización biológica del virus del mal de Río Cuarto y estudio de variabilidad entre aislamientos. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Tesis doctoral. 90 pp.
- Boccardo, G. and R.G. Milne. 1984. Plant Reovirus Group. CMI/AAB. *Descriptions of plant Viruses* N° 294, 7 pp.
- Campbell, C.L. and L.V. Madden, 1990. Modelling and data analysis. En: Introduction to plant disease epidemiology. New York, USA (John Wiley & Sons), pp. 129-160.
- Cook A.G. and R.F. Denno, 1994. Planthopper/Plant Interactions: feeding behaviour, plant nutrition, plant defense, and host plant specialization. En: Planthoppers. Their ecology and management. Denno R. F. y Perfect T. J. (Eds.).New York, pp.114-139.
- Denno, R.F. and G.K. Roderick, 1990. Population biology of planthoppers. *Annual Review Entomology* (35): 489-520.
- Denno, R.F., 1994a. "Influence of habitat structure on the abundance and diversity of planthoppers" En: Planthoppers. Their ecology and management. Denno R. F. y Perfect T. J. (Eds.).New York, pp. 140-159.
- Denno, R.F., 1994b. Life history variation in Planthoppers. En: Planthoppers. Their ecology and management. Denno R. F. y Perfect T. J. (Eds.).New York, pp. 163-215.
- FAO, 2005. Base de datos. Publicado en Internet, disponible en: <http://faostat.fao.org/>. Activo: julio 2005.
- Garat, O.; E. V.Trumper; D.E. Gorla y N. Perez-Harguinduguay, 1999. Spatial pattern of the Río Cuarto corn disease vector, *Delphacodes kuscheli* Fennah (Hom., Delphacidae), in oats fields in Argentina and design of sampling plans. *J. Appl. Entomology* 123: 121-126.
- Gimenez Pecci, M.P.; I.G. Laguna; E. Dagoberto y G. Truol, 1993. "*Avena sativa* L. Hospedante natural del virus causal del 'Mal de Río Cuarto' del maíz". Workshop "Mal de Río Cuarto del Maíz", Córdoba, Argentina, pp. 59 – 60.
- Grilli, M. y D. Gorla, 1997. Análisis espacio-temporal de la abundancia poblacional de *Delphacodes kuscheli* con apoyo de imágenes satelitales de baja resolución. VI Congreso Nacional de Maíz, Pergamino, Bs. As. Tomo

- II: 51-57.
- Grilli, M. y D. Gorla, 2002. Variación geográfica de la abundancia poblacional de *Delphacodes kuscheli* (Fennah) en la región central de Argentina. *Ecología Austral* 12: 187-195.
- Laguna, I.G. y M.P. Giménez Pecci, 2004. Cultivo de maíz en la Argentina. Enfermedades causadas por virus. *IDIA XXI*: 158-162.
- Lenardon, S.L. y G.J. March, 1983. Estado actual del "Mal de Río Cuarto" en cultivo de maíz. *Revista CREA* N° 104: 22-42.
- Lenardon, S.L.; G.J. March; J.A. Ornaghi y J.E. Beviacqua, 1985. Mal de Río Cuarto, Jornada de Actualización de virosis del maíz en Argentina. Centro de investigación Northrup King Semillas S.A., 15 pp.
- Lenardon, S.L. y G.J. March, 1987. Epifitología del Mal de Río Cuarto y sus posibilidades de aprovechamiento en fitotecnia. XVII Congreso Argentino de Genética, Buenos Aires, Argentina, pp.71-74.
- Lenardon, S.L.; G.J. March; J.E. Beviacqua; J.A. Ornaghi y A.D. Marinelli, 1987. El Mal de Río Cuarto del cultivo de maíz. (MRDV).CREA - AACREA Zona Centro, pp. 1-15.
- Lenardon, S.L.; G.J. March; S.F. Nome y J.A. Ornaghi, 1998. "Recent outbreak of 'Mal de Río Cuarto' Virus on Corn in Argentina". *Plant Disease*. 82 (4): 448.
- Madden, L.V., 1985. "Modelling the population dynamics of leafhoppers". En: The leafhoppers and planthoppers. L.R. Nault and J.G. Rodriguez (Eds). New York, USA (John Wiley & Sons), pp. 235-258.
- Madden, L.V., 1986. "Statistical analysis and comparison of disease progress curves". En: Plant disease epidemiology 1: Population dynamics and management. K.J. Leonard and W.E. Fry (Eds.). New York, USA, pp. 55-84.
- Madden, L. V.; Hugues, G. y F. van den Bosch. 2007. The study of Plant Diseases Epidemic. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnessota. USA: 421 pp.
- March, G.J.; J.A. Ornaghi; J.E. Beviacqua y A.D. Marinelli, 1993. Intensidad del Mal de Río Cuarto y pérdidas causadas a la producción en las campañas agrícolas 1981/82 a 1990/91. *Gaceta Agronómica* XIII (76): 384-388.
- March, G.J.; J.A. Ornaghi; J.E. Beviacqua y S.L. Lenardon, 1997. Manual técnico del Mal de Río Cuarto. Morgan (Ed.). 41 pp.
- March, G.J.; A. Marinelli y C. Oddino. 2004. Comparación de epidemias. Cap. 5: 54-59. En: Epidemiología aplicada al manejo de enfermedades de los cultivos. Curso de Especialización en Protección Vegetal. Universidad Católica de Córdoba.
- Muñoz, J.; J.A. Ornaghi; A.D. Marinelli; C. Martino y G.T. Boito, 1991. "Detección de partículas de reovirus en glándulas salivales de *Delphacodes kuscheli* Fennah." Taller de Actualización sobre Mal de Río Cuarto, Pergamino, Bs. As., pp. 97.
- Nome, S.F.; S.L. Lenardon; I.G. Laguna; S.K. Lowe y D.M. Docampo, 1980. Partículas de virus (Reovirus) asociadas al "Mal de Río Cuarto" en cultivos de maíz. *Serie Didáctica* N°3 - Universidad Nacional de Córdoba, 7 pp.
- Ornaghi, J.A.; G.T. Boito; M.G. Sanchez y G.J. March, 1993a. Estudios de las poblaciones de *Delphacodes kuscheli* Fennah en avena, trigo y centeno. Workshop "Mal de Río Cuarto del Maíz", Córdoba, Argentina, pp. 39-40.
- Ornaghi, J.A.; G.T. Boito; M.G. Sanchez; G.J. March y J.E. Beviacqua, 1993b. Studies on the populations of *Delphacodes kuscheli* Fennah in different years and agricultural areas. *J. Genet. & Breed.* 47: 277-282.
- Ornaghi, J.A.; G.T. Boito; J.E. Beviacqua; A.D. Marinelli; J.A. Giuggia y M.G. Sanchez, 1995. "Incidencia, severidad y pérdidas de producción por Mal de Río Cuarto según su transmisión en diferentes estados fenológicos del maíz". IX Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Mendoza, pp. 84.
- Remes Lenicov, A.M.M. de; A. Teson; E. Dagoberto y N. Huguet, 1985. "Hallazgo de uno de los vectores del Mal de Río Cuarto en maíz". *Gaceta Agronómica* 25: 251-258.
- Remes Lenicov, A.M.M. de; E.G. Virla y E. Dagoberto, 1991. "Cambios estacionales en la población del vector del "Mal de Río cuarto" del maíz (*Delphacodes kuscheli* Fennah, 1955) en cultivos de avena y sus malezas circundantes en Sampacho, Córdoba. (Insecta-Homóptera-Fulgoroidea)". Taller de Actualización sobre Mal de Río cuarto, Pergamino, Bs. As, Argentina, pp. 116-131.
- SAS System for Windows, 1989. Release 6.12. SAS Institute Inc. USA.
- Tesón, A.; A.M. de Remes Lenicov; E. Dagoberto y S. Paradell, 1986. Estudio de las poblaciones de delfácidos sobre maíz, avena y maleza circundante (Homóptera-Fulgoroidea). *Gaceta Agronómica* VI (33): 507-517.
- Truol, G.A.; T. Usugi; J. Hirao; J. Arneodo; M.P. Gimenez Pecci e I.G. Laguna, 2001. Transmisión experimental del virus del Mal de Río Cuarto por *Delphacodes kuscheli*. *Fitopatología brasilera* 26(1): 39-44.
- Vivas, L.E. y S. Clavijo, 2000. Fluctuación poblacional de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homóptera: Delphacidae) en el sistema de riego de Río Guárico, Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Bol. Entomol. Venez* 15(2): 217-227.