

Variación geográfica de la abundancia poblacional de *Delphacodes kuscheli* (Fennah) en la región central de Argentina

MARIANO P GRILLI ✉ & DAVID E GORLA

Centro de Investig. y Transf. Tecnológica de La Rioja (Crilar)-CONICET, Anillaco, La Rioja, ARGENTINA

RESUMEN. *Delphacodes kuscheli* es uno de los vectores del virus causante del Mal de Río Cuarto del Maíz en el área central de Argentina. Esta enfermedad es endémica del departamento de Río Cuarto en la Provincia de Córdoba. Si bien estudios previos sitúan al insecto en Córdoba, La Pampa, San Luis, Santa Fe y Buenos Aires, existen pocos estudios sobre su dinámica poblacional en un área extendida. En este trabajo se estudian las variaciones estacionales de la abundancia de poblaciones de individuos dispersivos de *Delphacodes kuscheli* a lo largo de una transecta con origen fuera del área endémica y que pasa por ésta. Se realizaron muestreos de individuos dispersivos a dos niveles de altura mediante trampas pegajosas durante tres años. Las muestras fueron tomadas en ocho sitios entre Manfredi (Córdoba) y Mercedes (San Luis). Los individuos dispersivos fueron más abundantes en el área endémica que fuera de ella. La proporción de hembras capturadas fue mayor que la de machos en las trampas bajas, mientras que no fue diferente en las trampas altas. Existió una correlación negativa entre los cambios temporales de densidad y la distancia de separación entre sitios de muestreo en el caso de las trampas altas, pero no para las trampas bajas. Se discute la relación entre los resultados observados y la adaptación a ambientes inestables por parte de *Delphacodes kuscheli*. [Palabras clave: *Delphacodes kuscheli*, Mal de Río Cuarto, maíz, Ecología regional, plaga.]

ABSTRACT. *Geographical variation of Delphacodes kuscheli (Fennah) population abundance in central Argentina:* *Delphacodes kuscheli* is the vector of the Río Cuarto Corn Disease, which affects maize in central Argentina. This disease is endemic of Río Cuarto Department in Córdoba Province. Preliminary studies indicate that the insect is present in Córdoba, La Pampa, San Luis, Santa Fe and Buenos Aires provinces, but there are few studies on the abundance in these places. Previous research showed that *Delphacodes kuscheli* arrives to maize plots from distant sources, and that there is a difference in the abundance of *Delphacodes kuscheli* in the endemic area and outside it. In this work we study the geographic variations of the population abundance of *Delphacodes kuscheli* along a transect that crosses the endemic area to verify whether there is a difference between the vector population dynamics within and outside the endemic area. Samples of dispersing individual were collected during three years by using sticky traps at two different heights. The samples were taken in eight sampling sites between the localities of Manfredi (Córdoba) and Mercedes (San Luis). Dispersive individuals of *Delphacodes kuscheli* were more abundant in the endemic area than outside it. The dispersive population captured with low traps had a higher proportion of females, but there were no differences at high traps. The correlation of density changes observed in high traps decreased with distance between sampling sites, but there was no relationship for low traps. It is discussed how these results could indicate that *Delphacodes kuscheli* is a species highly adapted to live in unstable habitats. [Keywords: *Delphacodes kuscheli*, Río Cuarto Disease, corn, Regional ecology, pest.]

INTRODUCCIÓN

El Mal de Río Cuarto del Maíz, enfermedad conocida también como Enanismo Rugoso del Maíz, está causada de manera comprobada por un reovirus de partículas icosaédricas trans-

mitido por varios géneros de la familia Delphacidae (Remes Lenicov et al. 1999). El primer vector descrito fue *Delphacodes kuscheli* Fennah (Remes Lenicov 1985; Remes Lenicov et al. 1991). A partir de la campaña 1976-1977 se produjo la primera epifitía que afectó a lotes de maíz, en algunos casos con pérdidas de

✉ Centro Reg. de Inv. Científ. y Transf. Tecnológica (CRILAR); Entre Ríos y Mendoza s/n; 5301 Anillaco; La Rioja, ARGENTINA. mgrilli@crilar.com.ar

Recibido: 15 febrero 2002; Revisado: 10 julio 2002; Versión final: 10 septiembre 2002; Aceptado: 12 septiembre 2002

hasta un 80%. Desde entonces esta enfermedad se mantuvo como endémica en el departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba (Remes Lenicov et al. 1991). Alcanzó su grado más severo en la campaña 1996-1997, con pérdidas estimadas en aproximadamente US\$ 120 millones (Lenardón et al. 1998). Esta enfermedad ocurre dentro de la principal zona maicera del país (localidades de Venado Tuerto, Pergamino, Salto, Rojas, entre otras) y los valores más elevados de incidencia se registran en San Luis, norte y noreste de La Pampa, sudoeste de Buenos Aires y sur de Córdoba (Lenardón 1987).

Además del maíz, existen otros hospedadores del virus en Argentina: *Avena sativa* (Nome et al. 1981), diferentes malezas como las especies *Digitaria sanguinalis*, *Setaria verticillata* (L.) Pers., *Eleusine indica* (L.) Gaertn y *Sorghum halepense* (Nome et al. 1983; Laguna et al. 1990) y otras especies de gramíneas de importancia agronómica como mijo, sorgo, centeno y trigo (Rodríguez Pardina et al. 1998).

En lo que respecta a la distribución del vector, el estudio más amplio muestra que esta especie fue encontrada en Tucumán, en el centro y el sur de la provincia de Córdoba, en el sur de Santa Fe, el este de San Luis, la provincia de Buenos Aires y en la provincia de Río Negro (Remes Lenicov et al. 1999). Grilli & Gorla (1998) indicaron que, para ciertas áreas, la abundancia de la plaga tiene relación con el manejo de los agroecosistemas, y cuantificaron esta relación para una corta ventana de tiempo mediante el uso de imágenes satelitales (Grilli & Gorla 1997).

Si bien varios autores han descripto la variación de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* a lo largo del tiempo (Tesón et al. 1986; Remes Lenicov et al. 1991) y recientemente se ha determinado su abundancia relativa en distintos sitios de Argentina (Grilli & Gorla 1999; Remes Lenicov et al. 1999), no existen antecedentes de estudios detallados de la variación de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* a escala regional o, al menos, en más de tres sitios de muestreo. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la variación anual de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* a lo largo de una transecta de 300 km que se extiende desde la localidad de Manfredi (en la provincia de Córdoba) hasta la localidad de Villa Mercedes (en la provincia de San Luis), pasando por el área endémica del Mal de Río Cuarto.

MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se ubicó sobre una transecta de aproximadamente 300 km (Figura 1), que unió a las localidades de Manfredi (Córdoba) y Villa Mercedes (San Luis). El trazado de la transecta se realizó con el objeto de incluir sitios de muestreo fuera y dentro del área endémica.

Captura de insectos

Los muestreos se llevaron a cabo durante el período 1992-1995, dividiéndose en tres campañas: 1992-1993, 1993-1994 y 1994-1995. Durante la primer campaña se establecieron seis sitios de muestreo en las localidades de Manfredi, Tancacha, General Cabrera, Las Vertientes (La Sofía) y Chaján (Travaglia) en la provincia de Córdoba y en Villa Mercedes (Mercedes) en la provincia de San Luis. En las siguientes campañas se discontinuó el muestreo en La Sofía por razones operativas y se agregaron dos nuevos sitios en las localidades de Espinillo y Santa Catalina (Holmberg) (Figura 1).

Con el fin de detectar la fracción dispersiva de la población de *Delphacodes kuscheli* se utilizaron trampas pegajosas cilíndricas (Southwood & Henderson 2000) a distinta altura, con el objeto de detectar los insectos migrantes o de desplazamiento largo y aquellos que se trasladaban entre lotes (i.e., distancias más cortas). En cada uno de los sitios se colocó una trampa pegajosa de 2400 cm² de superficie sobre un mástil de 6 m de altura (con un sistema de roldana para izarla y arriarla cada vez que se renovaba el material adhesivo) y cinco trampas pegajosas cilíndricas de 640 cm² sobre los postes de alambrado de separación de potreros adyacentes (aproximadamente 1.5 m sobre el nivel del suelo), en posición muy próxima a la trampa pegajosa de altura. Cada trampa estaba construida con un cilindro de chapa galvanizada sobre el que se fijaba una lámina de plástico untada con un material adhesivo. En general, para la captura de insectos de este tipo y tamaño los materiales grasos o aceitosos resultan más efectivos que las resinas adhesivas (Southwood & Henderson 2000). La ubicación de las trampas fue independiente de los cultivos de los alrededores, ya que el objetivo fue medir la abundancia de individuos dispersivos en general.

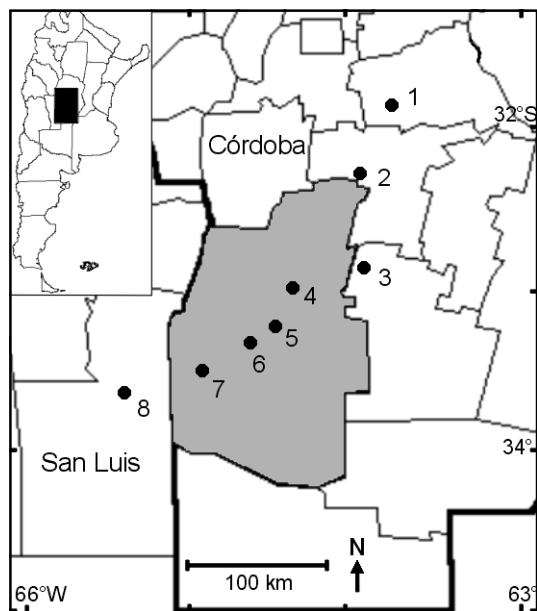


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo de *Delphacodes kuscheli* en la región central de Argentina. La zona gris corresponde al área endémica del Mal de Río Cuarto del Maíz. 1: Manfredi, 2: Tancacha, 3: Cabrera, 4: Espinillo, 5: Holmberg, 6: La Sofía, 7: Travaglia, 8: Mercedes.

Figure 1. Sampling sites for *Delphacodes kuscheli* in central Argentina. The grey zone indicates the endemic area of the Río Cuarto Corn Disease. See number codes in the legend above.

El muestreo se realizó aproximadamente cada 15 días durante primavera y verano y cada 30–50 días durante otoño e invierno. En cada muestreo se reemplazó la lámina adhesiva por una nueva en todas las trampas y en todos los sitios de muestreo. Una vez recolectadas, las láminas con insectos adheridos fueron llevadas al laboratorio para extraer los delfácidos adheridos utilizando un pincel embebido en nafta. Los insectos fueron luego lavados en una solución de nafta y alcohol para posteriormente ser identificados mediante el uso de una clave dicotómica (Remes Lenicov & Virla 1993).

Para cada una de las unidades de observación (trampas altas o bajas), con especificación de ubicación geográfica y fecha, se registró el número de *Delphacodes kuscheli* capturados. Además, se realizó la identificación a nivel específico y se determinó el sexo y tipo alar (macróptero o braquíptero).

La densidad de *Delphacodes kuscheli* se estimó en una primera instancia como el número de

individuos capturados por trampa. Para que resultara posible la comparación entre tipos de trampa, y debido a que las superficies de captura eran diferentes, se estandarizaron los valores expresándolos como número.m⁻².día⁻¹, dividiendo la cantidad de insectos capturados por el número de días que estuvo expuesta la trampa y por la superficie de la misma, usando como unidad de medida 1 m².

Análisis de datos

Con el objeto de estudiar las componentes espaciales y temporales de la variación de la abundancia poblacional de *Delphacodes kuscheli*, se realizó un Análisis de Agrupamiento del tipo UPGMA ("Unweighed Pair Group Method, Arithmetic Average"), usando las distancias euclidianas, con los datos de abundancia de cada fecha de muestreo durante los tres años que duró el estudio. Mediante este análisis se comparó la similitud de la abundancia promedio y de la variación de la densidad de *Delphacodes kuscheli* en cada sitio de muestreo. A mayor similitud de la abundancia promedio y del patrón de variación temporal menor es la distancia de unión en la formación de grupos. Cuanto mayor es la disimilitud de la abundancia promedio y de la variación temporal de la abundancia, mayor es la distancia de unión. La inclusión del análisis de la variación temporal de la abundancia permite verificar el grado de sincronía en la variación de la abundancia en los diferentes sitios de muestreo.

Para estudiar la relación entre la cantidad de individuos de *Delphacodes kuscheli* capturados a distintos niveles del piso se realizaron correlaciones lineales simples para todos los sitios y fechas de muestreo. Además, se estimaron las proporciones de sexos y se calcularon los intervalos de confianza para la proporción de ambos sexos en ambos tipos de trampa (aproximación normal). Para evaluar la hipótesis de igual proporción de sexos se usó una Prueba de Comparación de Porcentajes (Sokal & Rohlf 1981), con un nivel de significación de 0.05.

El patrón de cambio espacial de la abundancia, tanto para las trampas altas como bajas, se analizó a través de la correlación entre la variación temporal de la abundancia y las distintas distancias de separación entre sitios. La densidad en dos sitios diferentes puede variar a lo largo del tiempo en forma más o menos sincrónica, en tanto que el grado de sincronía

entre sitios puede depender de la distancia geográfica que los separa. Se estimaron las distancias lineales entre todos los pares de sitios de muestreo. Para cada par de sitios, el grado de sincronía fue medido con el Coeficiente de Correlación entre las abundancias de las diferentes fechas. La relación entre la distancia geográfica y el grado de sincronía fue evaluada mediante una nueva correlación. Si las densidades en los diferentes sitios evolucionaran de la misma manera durante el período de estudio, se esperaría que la correlación fuera alta, positiva y constante a lo largo de las diferentes distancias. Si la densidad variara de manera aleatoria en el espacio y en el tiempo, se esperaría que la correlación entre pares de sitios fuera baja y que no hubiera ninguna relación con la distancia. Si la densidad se encontrara principalmente influida por factores de índole regional acotados, la correlación de las densidades entre pares de sitios estaría relacionada negativamente con la distancia de separación entre ellos (i.e., los cambios en los sitios próximos deberían ser más parecidos que los cambios de densidad en sitios más alejados).

RESULTADOS

Variación de la abundancia en trampas altas

Con el fin de analizar la información sobre la variación temporal de la abundancia de

Delphacodes kuscheli en los distintos sitios, se consideró como zonas a los conjuntos de sitios que presentaban abundancia promedio y variación temporal más similar, sobre la base de las distancias euclidianas en el Análisis de Agrupamiento. De esta forma, se identificaron tres zonas sobre la transecta. La zona norte incluyó a Manfredi y Tancacha (Figura 2). De los dos sitios, en Tancacha se capturaron más insectos a este nivel. En Manfredi la abundancia disminuyó del primer al último período estival. La zona central abarcó a Cabrera, Espinillo y Holmberg. Espinillo y Holmberg guardaron mayor similitud entre sí (Figura 2). Un hecho a tener en cuenta es que Espinillo y Holmberg no fueron consideradas durante el primer período de muestreo. Para el segundo y tercer período de muestreo las capturas allí fueron bastante similares, en tanto que en Cabrera hubo una menor abundancia de captura. La zona sur incluyó a Travaglia y Mercedes (se eliminó del análisis a La Sofía, debido a la poca cantidad de fechas con datos que presentó). Estos son los dos únicos sitios que no formaron un grupo definido. Mercedes mostró mayor similitud con los sitios de los otras zonas, en tanto que Travaglia resultó el más disímil (Figura 2). En Mercedes hubo una disminución de la abundancia hacia el segundo año. Durante el tercer período estival, en este sitio no se registraron capturas debido a inconvenientes operativos.

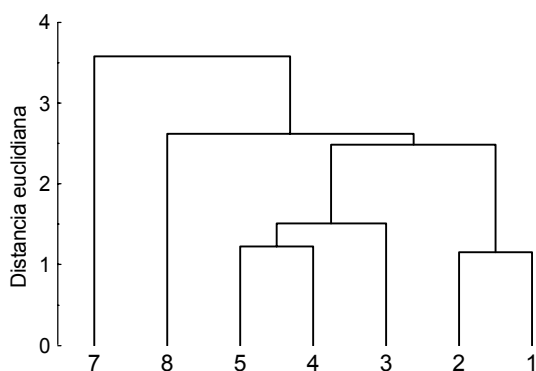


Figura 2. Análisis de Agrupamiento de los sitios de muestreo en la región central de Argentina sobre la base de la variación temporal de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* capturados en trampas altas. Los números de los sitios son los mismos que en la Figura 1.

Figure 2. Cluster Analysis of sampling sites in central Argentina based on the temporal variation of the abundance of *Delphacodes kuscheli* captured in high traps. Site numbers are the same as in Figure 1.

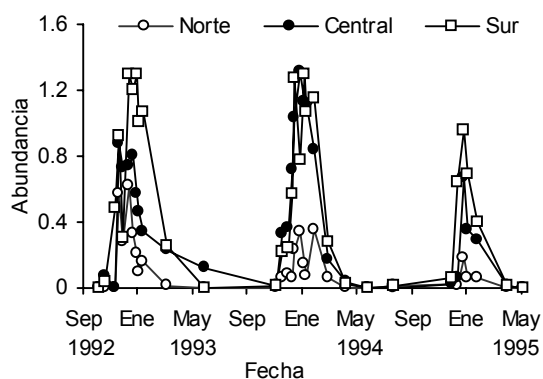


Figura 3. Variación temporal de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* capturados en trampas altas en tres zonas en la región central de Argentina. La abundancia está expresada como \ln (número de individuos + 1).

Figure 3. Temporal variation of the abundance of *Delphacodes kuscheli* captured in high traps in three zones in central Argentina. The abundance is expressed as \ln (number of individuals + 1).

Una vez identificadas las tres zonas, se estimaron sus promedios de abundancia a partir de la abundancia diaria en cada sitio de muestreo, generando curvas de variación de la abundancia del insecto según la zona de la transecta a la que perteneciera (Figura 3). Las zonas central y sur de la transecta mostraron los valores más elevados, mientras que la zona norte presentó los valores más bajos.

La abundancia mostró un patrón similar de variación a lo largo del año en todos los sitios de muestreo, aumentando en primavera y verano y disminuyendo durante el invierno y desde el primero al tercer año (Figura 3). La zona norte mostró siempre una caída de la abundancia más temprana que en las otras dos zonas.

Variación de la abundancia en trampas bajas

Se usó el mismo criterio que para las trampas altas, categorizándose los sitios de muestreo en zonas definidas por las distancias euclidianas entre ellos calculadas a partir de la variación temporal de la abundancia de *Delphacodes kuscheli*. La zona norte, al igual que para las trampas altas, incluyó a Manfredi y Tancacha (Figura 4), que mostraron la mayor similitud entre todos los sitios. No se observó un predominio en cuanto a la abundancia de capturas por parte de ninguno de los dos sitios. Durante el primer período estival (primer ciclo de aumento de la población del insecto),

Tancacha fue el sitio en que se capturaron más insectos. Para los otros dos ciclos, las capturas fueron muy similares. La zona central incluyó a Cabrera, Espinillo y Holmberg. A diferencia del grupo formado para las trampas altas, aquí las menores distancias euclidianas se observaron entre Cabrera y Holmberg (Figura 4). Considerando la variación de la abundancia para cada uno de los sitios de este grupo, se observó cierta falta de sincronía en los picos máximos de abundancia para cada uno de ellos, al menos en el segundo período de muestreo. La zona sur incluyó a La Sofía, Travaglia y Mercedes (Figura 4), sitios que por sus distancias euclidianas no formaron un grupo homogéneo. En este análisis se incluyó a La Sofía, ya que contó con más datos que para el caso de las trampas altas. En La Sofía solo se capturó durante el primer período de muestreo, mientras que en los otros dos sitios se capturó durante los tres períodos. Al igual que en el análisis para las trampas altas, Mercedes mostró mayor similitud relativa con los sitios de la zona central. Travaglia y La Sofía resultaron las más disímiles (Figura 4). En general, el tercer período de muestreo fue el de menor abundancia de captura, pero en Mercedes hubo especialmente una disminución gradual desde el primer período al último.

Se estimó un valor promedio de abundancia por zona (Figura 5). Las zonas central y sur

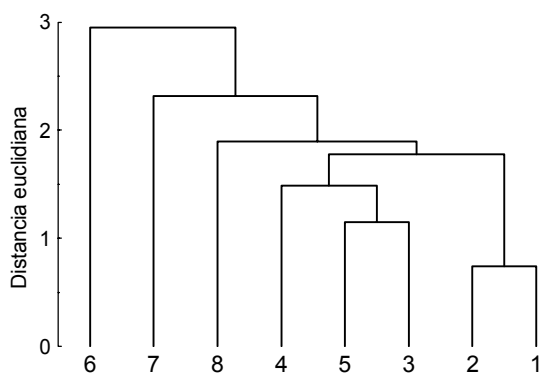


Figura 4. Análisis de Agrupamiento de los sitios de muestreo en la región central de Argentina sobre la base de la variación temporal de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* capturados en trampas bajas. Los números de los sitios son los mismos que en la Figura 1.

Figure 4. Cluster Analysis of sampling sites in central Argentina based on the temporal variation of the abundance of *Delphacodes kuscheli* captured in low traps. Site numbers are the same as in Figure 1.

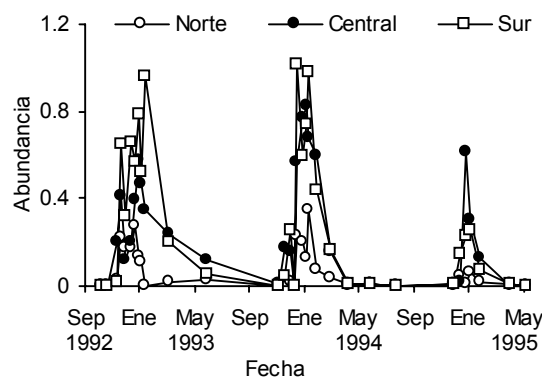


Figure 5. Variación temporal de la abundancia de *Delphacodes kuscheli* capturados en trampas bajas en tres zonas en la región central de Argentina. La abundancia está expresada como ln (número de individuos + 1).

Figure 5. Temporal variation of the abundance of *Delphacodes kuscheli* captured in low traps in three zones in central Argentina. The abundance is expressed as ln (number of individuals + 1).

presentaron mayores valores de abundancia. La zona norte siempre tuvo valores bajos de captura. La abundancia también varió estacionalmente, con un período estival de incremento de las capturas y un período invernal de disminución. Al igual que lo observado en las trampas altas, en este nivel también se evidenció una disminución de la abundancia en las tres zonas en el tercer año (Figura 5).

Relación entre trampas y proporción de sexos

La abundancia de *Delphacodes kuscheli* estimada por las trampas altas y las bajas en todas las fechas y sitios de muestreo mostró una correlación significativa ($r = 0.87$; $n = 159$; $P < 0.05$).

En las trampas altas se capturaron significativamente más hembras que machos en Manfredi y Travaglia, mientras que en el resto de los sitios la proporción de sexos no fue significativamente diferente de 1:1. En las trampas bajas se capturaron significativamente más hembras que machos en todos los sitios excepto en Tancacha y La Sofía (Tabla 1).

Distancia entre sitios

Se detectó una correlación significativa entre la distancia de separación entre sitios y la correlación entre la abundancia de dispersivos para las trampas altas ($r = -0.82$; $n = 18$; $P < 0.05$), pero no para las trampas bajas ($r = -0.16$; $n = 18$; $P > 0.05$; Figuras 6 y 7).

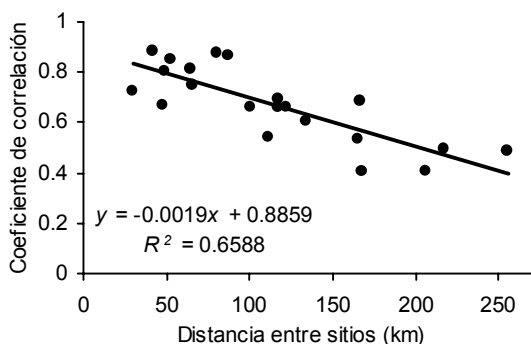


Figura 6. Relación entre la distancia de separación entre los sitios de muestreo en la región central de Argentina y la correlación en la abundancia de dispersivos de *Delphacodes kuscheli* capturados en trampas altas para cada par de sitios.

Figure 6. Relationship between the distance separating sampling sites in central Argentina and the correlation of the abundance of *Delphacodes kuscheli* dispersives captured in high traps for each pair of sites.

Tabla 1. Número total de hembras de *Delphacodes kuscheli* capturadas en trampas altas y bajas en los sitios de muestreo de la región central de Argentina. Entre paréntesis se muestra la proporción de hembras; el asterisco indica una proporción de sexos significativamente diferente de 1:1. ns: no significativo.

Table 1. Total number of *Delphacodes kuscheli* females captured in high and low traps in the sampled sites of central Argentina. The proportion of females is shown in brackets; asterisk indicates a sex proportion significantly different from 1:1. ns: not significant.

Sitio	Trampas altas	Trampas bajas
Manfredi	68 (0.66 *)	79 (0.69 *)
Tancacha	198 (0.54 ns)	103 (0.59 ns)
Cabrera	384 (0.54 ns)	236 (0.62 *)
Espinillo	497 (0.54 ns)	376 (0.62 *)
Holmberg	303 (0.54 ns)	209 (0.66 *)
La Sofía	180 (0.50 ns)	153 (0.55 *)
Travaglia	430 (0.57 *)	642 (0.62 *)
Mercedes	459 (0.54 ns)	331 (0.60 *)

DISCUSIÓN

Aunque los datos que se presentan en este trabajo se refieren a las poblaciones de dispersivos de *Delphacodes kuscheli*, existe evidencia en trabajos previos de que estas poblaciones se encuentran linealmente correlacionadas con la densidad de las poblaciones en el suelo (ninfas y adultos), estimadas utilizando un

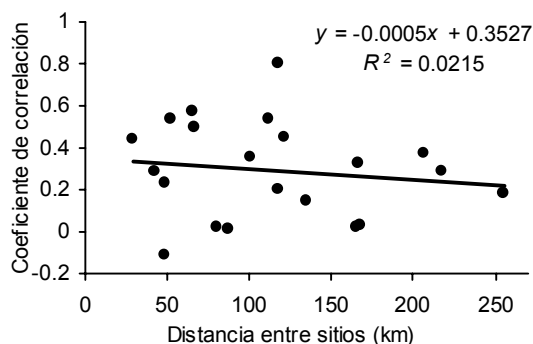


Figura 7. Relación entre la distancia de separación entre los sitios de muestreo en la región central de Argentina y la correlación en la abundancia de dispersivos de *Delphacodes kuscheli* capturados en trampas bajas para cada par de sitios.

Figure 7. Relationship between the distance separating sampling sites in central Argentina and the correlation of the abundance of *Delphacodes kuscheli* dispersives captured in low traps for each pair of sites.

motoaspirador en el área endémica (Pérez Harguindeguy 1994). Dentro del área de estudio, la abundancia de poblaciones de dispersivos de *Delphacodes kuscheli* mostraron un claro patrón estacional, incrementándose desde octubre (coincidiendo, en líneas generales, con el final del ciclo de lotes de avena para pastura), mostrando un pico en diciembre (coincidiendo con el final del período de siembra del maíz), y desapareciendo en marzo-abril.

Si consideramos los datos de los tres períodos de muestreo, la densidad promedio de *Delphacodes kuscheli* fue mayor dentro del área endémica que fuera de ella, tanto para los individuos capturados en trampas altas como en trampas bajas, mostrando sus valores más bajos en los sitios ubicados en el extremo norte de la transecta.

La correlación temporal de la abundancia de las poblaciones estimada a través de la captura con trampas altas disminuyó con el aumento de la distancia entre sitios y mostró una ausencia total de relación para el caso de las trampas bajas. Las trampas altas estarían detectando lo que sucede con la población de individuos dispersivos en un área más amplia que la que detectan las trampas bajas, que solo estarían indicando la situación de la población en el parche sobre el que se colocaron las trampas o, al menos, en un área más reducida.

El hecho de que los picos de abundancia de *Delphacodes kuscheli* ocurran al mismo tiempo en todos los sitios de muestreo podría considerarse como una evidencia indirecta del efecto del entorno sobre las poblaciones de macrópteros en desplazamiento, ya que sería menos probable que parches aislados presentaran fluctuaciones poblacionales sincrónicas de la abundancia si no se encontraran afectadas por factores regionales. Sin embargo, la sincronía observada no coincide con lo descrito por Boito et al. (1993), quienes capturaron los primeros ejemplares de *Delphacodes kuscheli* sobre avena (*Avena sativa*) en la localidad de Chaján (próxima a Travaglia), dos meses después que en Espinillo. Esta diferencia se podría interpretar como el efecto del hospedador sobre el que se toman las muestras, y abre el interrogante sobre la validez de las generalizaciones a partir de muestreos sobre parches de hospedadores particulares; esto está en consonancia con la ausencia de relación entre las variaciones locales y la distan-

cia de separación entre sitios de muestreo observado en las trampas bajas.

Tomando en cuenta los tres períodos estivales que abarcó el estudio, se pudo observar que durante el último período la abundancia de *Delphacodes kuscheli* disminuyó en todas las zonas y niveles de captura. Esto podría sugerir que alguna característica del hábitat o algún factor que actúa a una mayor escala es el que genera la diferencia de abundancia en cada una de las zonas, ya que afectó a toda el área por igual y con efectos menos evidentes en el tiempo (Figuras 3 y 5), puesto que solo se detecta observando la serie completa.

Delphacodes kuscheli parece desplazarse principalmente a mayor altura, lo que hace que haya una correlación negativa entre la sincronía y la distancia de separación de los sitios. Si bien no hay estudios concluyentes sobre la altura de desplazamiento de los delfácidos en general (Kisimoto 1973), algunas especies que afectan cultivos de arroz en Japón arriban a la isla trasladados por corrientes de chorro presentes a una altitud de entre 1000 y 3000 m (Watanabe & Seino 1991). Esto es, a mayor altura de desplazamiento mayor será la distancia potencial a recorrer y, por lo tanto, mayor la distancia máxima de dispersión de una especie. Este incremento de la distancia máxima de dispersión significaría en último término una ventaja adaptativa, ya que al presentar una mayor área de "cobertura" en el desplazamiento, mayores serían las chances de encontrar un parche favorable.

Aunque en el presente trabajo no se capturaron braquípteros debido principalmente a la técnica de captura utilizada, la proporción de macrópteros estaría relacionada con la persistencia del hábitat y de la abundancia poblacional (Denno et al. 1991). En hábitats persistentemente favorables las alas son innecesarias para escapar y probablemente poco requeridas para encontrar pareja. En hábitats inestables, pero de baja densidad poblacional, prevalecerían los machos macrópteros, ya que la capacidad de volar sería una ventaja adaptativa para la localización de hembras, mientras que para especies con altas densidades poblacionales, las alas funcionales favorecerían a ambos sexos como medio de escape del hábitat inestable (Denno et al. 1991).

Las poblaciones muestreadas están compuestas de macrópteros de ambos sexos, pero se

observa una mayor proporción de hembras desplazándose a menor altura en la mayoría de las estaciones. La presencia de macrópteros de ambos sexos sería, por lo tanto, una indicación de que el hábitat es percibido por *Delphacodes kuscheli* como inestable y que las densidades poblacionales serían elevadas. De acuerdo a lo observado por Kisimoto (1986), las hembras de *Nilaparvata lugens* (Stål) y de *Sogatella furcifera* Horváth migrarían en el período precopulatorio, mientras que en las hembras de *Laodelphax striatellus* (Fallén) tanto el desarrollo de los ovarios como la copulación no afectan la actividad de vuelo. Si bien no se disponen de datos del estado reproductivo de las hembras de *Delphacodes kuscheli*, la dispersión de las mismas podría considerarse como una estrategia para la colonización de nuevos sitios de oviposición.

De acuerdo a la variación geográfica de las poblaciones de *Delphacodes kuscheli*, fue posible identificar tres zonas a lo largo de la transecta estudiada. Se pudo determinar que las trampas altas, en cierta medida, indican la situación y la dinámica de la población de dispersivos en un área más amplia que la que detectan las trampas bajas, hecho evidenciado por la correlación de las variaciones en la dinámica en sitios próximos. Esta similitud podría ser interpretada como el efecto de variaciones de los ecosistemas donde se desarrollan las poblaciones del insecto. Debido a que el área donde está dispuesta la transecta se encuentra muy modificada por el hombre, sería razonable suponer que estas variaciones de los ecosistemas se deben al distinto manejo de la tierra, donde puede incluirse el tipo de cultivo o el manejo que se hace de los mismos medidos en términos de intervención (Grilli & Gorla 1998). Por lo tanto, *Delphacodes kuscheli* sería una especie muy adaptada a sistemas espacial y temporalmente inestables, para lo cual desarrolló un método dispersivo que le permite escapar de parches desfavorables y colonizar nuevos parches alejados, de acuerdo a la correlación observada en las trampas altas. Durante el último año de muestreo se observó un proceso que afectó a todas las zonas y niveles de captura por igual, disminuyendo la cantidad de insectos capturados. Evidentemente, este proceso se dio a una escala mayor que el que zonifica la abundancia.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo de CONICET, CONICOR, IFS y la Universidad Nacional de Córdoba otorgados a DG. Agradecemos al J. Di Rienzo por la revisión, críticas y sugerencias de los análisis estadísticos aplicados. Se agradece así mismo a dos árbitros anónimos por sus útiles comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- BOITO, GT; JA ORNAGHI; G SÁNCHEZ & J GIUGLIA. 1993. Estudio de las poblaciones de *Delphacodes kuscheli* Fennah en llanura y pie de sierra. Pp. 43-44 en: *Workshop "Mal de Río Cuarto"*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Córdoba, Argentina.
- DENNO, RF; GK RODERICK; LO KAREN & GD HARTMUT. 1991. Density related migration in planthoppers (Homoptera: Delphacidae): the role of habitat persistence. *Am. Nat.* **138**:1513-1541.
- GRILLI, M & D GORLA. 1997. The spatio-temporal pattern of *Delphacodes kuscheli* (Homoptera: Delphacidae) abundance in central Argentina. *B. Entomol. Res.* **87**:45-53.
- GRILLI, MP & DE GORLA. 1998. The effect of agroecosystem management on the abundance of *Delphacodes kuscheli* (Homoptera: Delphacidae), vector of the Maize Rough Dwarf virus, in central Argentina. *Maydica* **43**:77-82.
- GRILLI, M & D GORLA. 1999. The distribution and abundance of Delphacidae (Homoptera) in central Argentina. *J. Appl. Entomol.* **123**:13-21.
- KISIMOTO, R. 1973. Leafhoppers and planthoppers. Pp. 136-156 en: AJ Gibb's (ed.). *Viruses and invertebrates*. North-Holland y American Elsevier. Amsterdam.
- KISIMOTO, R. 1986. Ecology of planthopper migration. Pp. 41-54 en: *Proceedings of the II International Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of Economic Importance*. Utah.
- LAGUNA, B; M CONCI; L VALDIVIA; P GIMENEZ PECI; C ALTAMIRA & E TRUMPER. 1990. Epidemiología del virus del "Mal de Río Cuarto". Pp. 16-43 en: *Actas del I Taller Argentino sobre Mal de Río Cuarto*. Pergamino.
- LENARDÓN, S. 1987. Mal de Río Cuarto. *Revista CREA* **1987**:6-15.
- LENARDÓN, SL; GJ MARCH; SF NOME; JA ORNAGHI. 1998. Recent outbreak of "Mal de Río Cuarto" virus on corn in Argentina. *Plant Dis.* **82**:448.
- NOME, S; S LENARDÓN; J MUÑOZ & R ZUMELZU. 1983. *Digitaria sanguinalis* (L) Scop. y *Setaria verticillata* (L) Beauvois reservorios naturales del MRDV-RC agente causal del Mal de Río Cuarto en maíz. *Revista de Investigaciones Agropecuarias-INTA* **18**:321-328.
- NOME, S; S LENARDÓN; B RAJÚ; I LAGUNA; S LONE & D DOCAMPO. 1981. Association of reovirus-like particles with "Enfermedad de Río Cuarto" of maize in Argentina. *Phytopathology* **7**:7-15.

- PÉREZ HARGUINDEGUY, N. 1994. *Estudio de los movimientos dispersivos de Delphacidae (Homoptera) asociados a cultivos de avena, con particular referencia a Delphacodes kuscheli (Fennah)*. Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. 34 pp.
- REMES LENICOV, AM. 1985. Hallazgo de uno de los vectores del Mal de Río Cuarto del maíz. *Gaceta Agronómica* 5:251-256.
- REMES LENICOV, AM; IG LAGUNA; P RODRIGUEZ PARDINA; R MARIANI; E VIRLA ET AL. 1999. Diagnóstico del virus del "Mal de Río Cuarto" y sus vectores en maíz en Argentina. *Manejo Integrado de Plagas* 51:36-46.
- REMES LENICOV, AM & E VIRLA. 1993. Homopteros Auquenorrincos asociados al cultivo de maíz en la República Argentina. I: Familia Delphacidae. Pp. 34-55 en: *V Congreso Nacional y II Reunión Suramericana Maíz* 92. Pergamino.
- REMES LENICOV, AM; EG VIRLA & 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. Pp. 116-129 en: *Actas del I Taller Argentino sobre Mal de Río Cuarto*. Pergamino.
- RODRIGUEZ PARDINA, PE; MP GIMENEZ; IG LAGUNA; E DAGOBERTO & G TRUOL. 1998. Wheat: a new natural host for the Mal de Río Cuarto virus in the endemic disease area, Río Cuarto, Córdoba province, Argentina. *Plant Dis.* 82:149-152.
- SOKAL, R & FJ ROHLF. 1981. *Biometry. The principles and the practice of statistics in biological research*. 3ra edn. Freeman & Co. Nueva York. 858 pp.
- SOUTHWOOD, TRE & PE HENDERSON. 2000. *Ecological methods*. Blackwell Science. 575 pp.
- TESÓN, A; A REMES LENICOV; E DAGOBERTO & S PARADEL. 1986. Estudio de las poblaciones de delfácido sobre maíz, avena y malezas circundantes. (Homoptera, Fulgoridae). *Gaceta Agronómica* 7:507-517.
- WATANABE, T & H SEINO. 1991. Correlation between the immigration area of rice planthopper and low-level jet stream in Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 26:457-462.