

Efecto de la configuración de lotes de gramíneas invernales sobre poblaciones de Delphacidae (Insecta: Homoptera) en dispersión

Bruno, M.A. y M.P. Grilli

RESUMEN

Las características del paisaje afectan la distribución y abundancia de los insectos dentro y entre los lotes de cultivos. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de los elementos del paisaje agrícola sobre la abundancia de los individuos en dispersión de las especies de Delphacidae. Éstas son vectores de virus patogénicos que transmiten enfermedades de importancia económica para la producción agropecuaria. El estudio se realizó en el área central de la provincia de Córdoba, Argentina; los insectos fueron capturados con trampas pegajosas ubicadas dentro de parches de hospedadores. Las métricas del paisaje analizadas fueron: área del parche, índice de proximidad media y porcentaje del paisaje cubierto por parches de una clase de hospedador. La abundancia de *Delphacodes kuscheli* tuvo relación positiva con el área de los parches de pasturas de invierno. El índice de proximidad media tuvo relación positiva con las abundancias de *D. kuscheli* y *D. balboae* en los parches de pasturas de invierno y el porcentaje del paisaje cubierto con parches de pasturas de invierno se relacionó positivamente con las abundancias de *D. kuscheli*, *D. balboae* y *D. haywardi*. Las abundancias de *Toya propinqua* no mostraron relación con ninguna de las métricas del paisaje analizadas.

Palabras claves: Delphacidae, configuración del paisaje, Landsat 5 TM, plaga agrícola, agroecosistema.

Bruno, M.A. and M.P. Grilli, 2007. The effect of the configuration of winter grass plots on dispersing populations of Delphacidae (Insecta: Homoptera). Agriscientia XXIV (2): 61-69

ABSTRACT

Landscape configuration can affect the distribution and abundance of

Fecha de recepción: 03/05/07; fecha de aceptación: 05/12/07

insect species. The objective of this work was to determine the effect of landscape elements configuration on the abundance of dispersing individuals of Delphacidae species. Delphacid species are important vectors of pathogenic viruses causing diseases of economic importance on grain production. The study was performed in the central area of Córdoba Province, Argentina; the insects were collected with sticky traps placed in plant host patches. The landscape metrics estimated were: host patch area, Mean Proximity Index (MPI) and the Percentage of Landscape occupied (PLAND) by host patches of the same class. The abundance of *Delphacodes kuscheli* showed a positive relationship with patch area of the winter pastures. There was a positive relationship between Mean Proximity Index of winter pastures patches and *D. kuscheli* and *D. balboae* abundances. The Percentage of Landscape occupied by the winter pastures patches also showed a positive relationship with *Delphacodes kuscheli*, *Delphacodes balboae* and *Delphacodes haywardi* abundances. Finally we found no relationship between *Toya propinqua* abundance and any of the landscape metrics analyzed in this work. These results show that landscape configuration has a different effect on the dispersing population of the different species of Delphacidae.

Key words: Delphacidae, landscape configuration, Landsat 5 TM, agricultural pest, agroecosystems.

M.A. Bruno y M.P. Grilli. Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC, Av. Valparaíso s/n, CC 509, 5000 Córdoba, Argentina. Correspondencia a: mgrilli@crean.agro.uncor.edu

+

INTRODUCCIÓN

Insectos de la familia Delphacidae son importantes plagas agrícolas por su capacidad de transmitir virus y otros organismos patogénicos a los cultivos, produciendo importantes pérdidas económicas en la producción agropecuaria. Una característica importante de los patógenos transmitidos por este grupo es su amplia distribución geográfica y el alto grado de especificidad que muestran por su vector (Taylor, 1985; Nault & Ammar, 1989).

Un fenómeno común entre los Delphacidae es el dimorfismo alar. La proporción de insectos braquípteros (alas cortas) y macrópteros (alas largas) puede variar entre las diferentes especies y dentro de la misma especie entre los sexos, geográfica y estacionalmente (Kisimoto, 1973). La dispersión de las formas macrópteras y el crecimiento poblacional a través de las formas braquípteras, se muestra como una estrategia exitosa para insectos que dependen de recursos con ciclos anuales, como los cereales o gramíneas perennes con corto período de desarrollo. Además, les permite explotar con

éxito hábitats de recursos fluctuantes y los predispone a convertirse en plagas agrícolas (Raatikainen, 1967).

La lista de especies de Delphacidae presentes en el centro de la Argentina incluye *Delphacodes balboae*, *D. haywardi*, *D. kuscheli*, *D. lata*, *D. elongatus*, *Toya argentinensis*, *T. propinqua*, *Dicranotropis nigricula* y *Sogatella kolophon meridiana* (Remes Lenicov y Virla, 1993). Dentro de éstas, *D. kuscheli* se cita como el principal vector del virus causante del Mal de Río Cuarto, enfermedad también conocida como enanismo rugoso del maíz (MRDV-RC), responsable de importantes pérdidas en la cosecha de maíz (Remes Lenicov, 1985). También se ha comprobado que este virus está presente en *T. propinqua* y *D. haywardi*, quienes comparten el hábitat con *D. kuscheli* (Prescello *et al.*, 1997).

Se puede definir al paisaje agrícola como un área compuesta de un grupo de ecosistemas que interactúan (Forman & Godron, 1986) o un mosaico heterogéneo de formas de terreno, tipos de vegetación y usos de la tierra (Urban *et al.*, 1987). El paisaje agrícola está dominado por la presencia de

|

lotes de cultivos, que en términos de ecología del paisaje son definidos como "parches de hábitat" (Forman & Godron, 1986). Estos ambientes agrícolas están compuestos por una mezcla heterogénea de parches hábitat, los cuales son áreas discretas donde los organismos obtienen recursos y sitios de cría (Farhig & Merriam, 1994). El patrón de los parches cambia continuamente debido a que el paisaje agrícola tiene una estructura espacial y temporal muy dinámica.

El manejo de los agroecosistemas, la presencia y la condición de la vegetación hospedadora en el área central de la provincia de Córdoba afectan de manera directa la dinámica de las poblaciones en dispersión de alguna de las especies de Delphacidae (Grilli & Gorla, 1997, 1998, 2002). Cambios en la estructura del paisaje, como por ejemplo la reducción del área de los parches, la proporción de uno o más tipos de parches o el incremento en el aislamiento entre los parches, influyen en las poblaciones de organismos que viven en dichos parches (Connor *et al.*, 2000; Cronin, 2003; Krawchuk & Taylor, 2003; Grez *et al.*, 2004; Grilli & Bruno, 2007).

Existen varias teorías que tratan de explicar la relación que existe entre el área de los parches hospedadores y la densidad de individuos que habitan estos parches, de las cuales podemos mencionar la hipótesis de concentración de recursos (Root, 1973) y la teoría de biogeografía de islas.

La hipótesis de concentración de recursos predice que parches hábitat con mayor cantidad de recursos (por ejemplo, monocultivos, áreas con densidades mayores de plantas o parches más grandes) tienen densidades mayores de insectos. Además, esta hipótesis afirma que la densidad poblacional está positivamente correlacionada con el área del parche y que las densidades mayores de animales en parches más grandes puede ser una consecuencia del comportamiento de movimiento; los herbívoros tienen más probabilidad de encontrar y permanecer en parches grandes y monoespecíficos de sus plantas hospedadoras que en parches más pequeños y heterogéneos (Root, 1973; Connor *et al.*, 2000). Otra explicación incluye la hipótesis del enemigo, la que sugiere que los predadores son más efectivos en parches más pequeños (Root, 1973; Raupp and Denno, 1979; Denno *et al.*, 1981).

La teoría de biogeografía de islas asume que el número de individuos de una especie se incrementa linealmente con el área de la isla. Esta suposición implica que áreas más grandes contienen más individuos de una especie, pero el número de individuos por unidad de área puede permanecer constante (MacArthur & Wilson, 1967; Connor *et al.*, 2000).

El comportamiento de migración puede tener un efecto negativo, positivo o no tener efecto en la relación entre la densidad poblacional y el tamaño del parche (Holt *et al.*, 1995; Yao *et al.*, 1999).

Actualmente los métodos de sensoramiento remoto son cada vez más importantes para el mapeo de características del paisaje, como pueden ser la cobertura y uso del suelo. En términos técnicos el uso del suelo se refiere al destino que se le da a ciertas superficies, mientras que la cobertura describe cuáles son los materiales que están presentes sobre la misma superficie en estudio. La detección por sensores remotos tiene la ventaja de que permite una prospección rápida y repetitiva en áreas amplias con el detalle requerido, y evita el costo que tiene una prospección directamente en el terreno (Sabins, 1997).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la configuración del paisaje agrícola sobre las poblaciones en dispersión de las diferentes especies de Delphacidae del centro de la provincia de Córdoba, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área y fecha de muestreo

Se realizaron muestreos quincenales en los departamentos Totoral, Río Primero, San Justo y Colón de la provincia de Córdoba (Figura 1), durante los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2004. Para realizar los muestreos se seleccionaron al azar 23 parches de hospedadores compuestos por 11 parches de pasturas de invierno (avena y triticale) y 12 parches de cereales para grano (trigo).

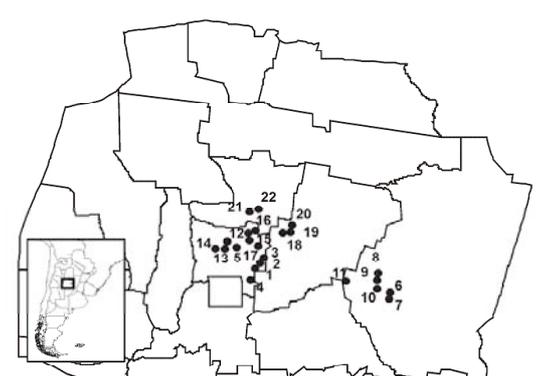


Figura 1. Área de estudio.

Muestreo de insectos

Las capturas de insectos se realizaron mediante trampas pegajosas compuestas de un cilindro metálico de 30 cm de diámetro por 36 cm de altura envuelto por una lámina de nylon untada con grasa mineral YPF ep 62 como adhesivo, colocado sobre un mástil de 2 m de altura. Se colocó una trampa en el interior de cada uno de los 23 parches de hospedador seleccionado.

El material recolectado en el campo se analizó bajo lupa estereoscópica en el laboratorio, donde los individuos encontrados fueron identificados mediante una clave dicotómica (Remes Lenicov, 1999). Cada muestra fue almacenada en tubos de Khan con alcohol al 70%.

Caracterización de los parches hospedadores

Los lotes donde se colocaron las trampas (parches de hospedadores focales) y otros parches de la misma clase en el área vecina al lote en el que se realizaron los muestreos, se identificaron a partir de las escenas 229/81, 229/82 y 228/82 de imágenes Landsat 5 TM de mayo, junio, agosto y noviembre de 2004. La identificación de los distintos parches se realizó mediante dos métodos: interpretación visual, delimitando los parches donde estaban colocadas las trampas, y mediante clasificación supervisada de las escenas Landsat (Sabins, 1997) que permitió generar mapas temáticos con la ubicación y característica de cada uno de los lotes en el área de estudio. Para la clasificación de las imágenes se probaron distintos métodos: el de las distancias mínimas a la media, el de máxima verosimilitud y el de función discriminante lineal (clasificador de Fisher) (Eastman, 2003). Se consideraron seis clases de uso del suelo para las clasificaciones de todas las escenas y todos los métodos: pasturas de invierno, pasturas perennes, trigo, monte natural, rastrojo y agua. En los sitios donde había cultivos de papa se agregó esta clase porque causaba confusión en la clasificación.

Las clasificaciones se realizaron utilizando las cuatro fechas por escenas, de esta forma se obtuvo una imagen clasificada para cada escena.

Métricas del paisaje

Se estimaron tres métricas del paisaje: área del parche hospedador donde se encontraba la trampa, índice de proximidad media entre parches y porcentaje del paisaje ocupado por una clase de parche hospedador. El área del parche hospedador se estimó utilizando Idrisi Andes. El índice de proximidad media y el porcentaje del paisaje ocupado

por un tipo de parche (clase) fueron estimados con Fragstats (McGarigal & Marks, 1995) y el área del parche se midió con Cartalinx (Eastman, 2003).

El índice de proximidad media cuantifica el contexto espacial de un parche de hábitat en relación a sus vecinos de la misma clase. Este índice se incrementa cuando el paisaje está más ocupado por parches de la misma clase y éstos están más cercanos y continuos o menos fragmentada su distribución. Es estimado por:

$$MPI = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2} \right)}{N}$$

donde:

a_{ijs} = área (m²) de un parche ijs dentro del vecindario especificado para el parche ij.

h_{ijs} = distancia (m) entre el parche ijs y el parche ijs, basados en la distancia borde-borde de los parches, calculado desde el centro del píxel.

N = número total de parches

El porcentaje del paisaje es igual a la suma de las áreas (m²) de todos los parches correspondientes a un tipo de parche (clase), dividido por el área total (m²) del paisaje, multiplicado por 100.

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$$

donde:

a_{ij} = área (m²) del parche ij.

A = área total del paisaje (m²).

Considerando las distancias dispersivas más comunes para los Delphacidae, publicadas por Denno (1991), se trabajó con un área de 2500 metros de radio alrededor de cada sitio de muestreo en cada imagen clasificada.

Análisis de datos

La relación entre los elementos de configuración del paisaje (área total del parche, proximidad entre los parches y porcentaje del paisaje) y la abundancia de los individuos dispersivos de Delphacidae, fueron estimadas mediante análisis de correlación lineal simple.

Para el análisis de datos se agruparon las abundancias en septiembre-octubre, noviembre y diciembre; este criterio fue tomado teniendo en cuenta el estado fenológico de los cultivos.

La abundancia de los Delphacidae fue transformada como el Ln de la abundancia + 1, donde la abundancia es el número de insectos / trampa / día, para satisfacer el supuesto de normalidad requerido para los análisis estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los diferentes métodos de clasificación de imágenes explorados, el método discriminante lineal (método de Fisher) fue el adoptado para los análisis ya que presentó una mayor precisión. El uso del suelo estimado a partir de la clasificación del área de estudio se dividió, promediando las tres imágenes clasificadas obtenidas, de la siguiente forma: 26% de pasturas anuales, 12% de pasturas perennes, 13% de trigo, 17% de monte natural, 20% de rastrojo, 5% de agua y 7% de papa. La matriz de error mostró un ajuste general promedio para todas las escenas de 97%.

El manejo de los agroecosistemas es muy variable en los distintos sitios de muestreo (Tabla 1).

Las áreas de los parches hospedadores, el índice de proximidad media y el porcentaje del paisaje cubierto por parches hospedadores mostraron diferencias en los distintos sitios de muestreo durante el período de estudio. El área de los parches hospedadores de pasturas anuales varió entre 42,77 y 7,60 ha, y el área de los parches de cereales para grano entre 12,99 y 144,31 ha (Tabla 1). El índice de proximidad media también fue muy variable, al igual que el porcentaje del paisaje ocupado por los parches de una determinada clase de cultivo, dentro de los 2500 metros de radio tomados para cada sitio (Tabla 1). Por otra parte el porcentaje del paisaje ocupado por los parches de pasturas tuvo un rango entre 27,78 y 9,40% y el de los de cereales para grano entre 33,98 y 10,82% (Tabla 1).

Se colectaron siete especies de Delphacidae en la zona de estudio: *Delphacodes kuscheli*, *D. balboae*, *D. haywardi*, *D. lata*, *Toya propinqua*, *Dicranotropis nigricula* y *Sogatella kolophon meridiana*. De las especies encontradas se trabajó con *D. kuscheli*, *D. balboae*, *D. haywardi* y *T.*

Tabla 1. Área (expresada en hectáreas), Perímetro (expresado en metros), índice de proximidad media (adimensional) y el porcentaje del paisaje (expresado como el porcentaje ocupado por los parches de una clase en el paisaje total) de los parches hospedadores, para cada sitio de muestreo.

Tipos de cultivos	Identificador de parches	Área (ha)	Perímetro (m)	Índice de Proximidad Media	Porcentaje del paisaje (%)
Pasturas de invierno	1	30,35	3350,22	41,81	13,61
	2	30,41	2205,88	47,12	13,51
	6	11,98	1450,79	25,05	10,33
	7	19,23	1989,92	26,52	9,40
	8	7,74	1151,72	59,83	23,16
	9	7,60	1137,96	53,54	22,69
	10	13,80	1486,00	56,83	22,10
	12	12,58	2512,64	52,54	10,91
	19	33,32	3269,54	88,87	25,62
	20	31,66	3191,82	102,34	27,17
Cereales para grano	21	42,77	4553,54	110,14	27,78
	3	26,06	2155,00	79,6616	22,78
	4	38,47	2619,27	54,3535	26,42
	5	23,26	2005,83	34,1746	21,46
	11	130,21	4901,31	50,3691	20,55
	13	20,31	3213,02	103,879	33,98
	14	12,99	1539,50	55,2529	23,63
	15	22,85	1913,30	11,2548	10,82
	16	26,28	2050,97	15,8666	14,01
	17	25,52	2484,28	14,1329	11,69
	18	18,66	2012,24	68,7268	23,63
	22	27,05	2085,99		
	23	144,31	4999,46		

propinqua debido a que estuvieron presentes en todos los sitios de muestreo y en todas las fechas.

Muchos autores han demostrado que las características de los parches hábitat y de la configuración del paisaje afectan a la ecología de insectos. El tamaño del parche, el aislamiento y la estructura del paisaje son elementos que determinan la distribución y la densidad de las poblaciones de insectos afectando los procesos de inmigración y emigración (Hanski, 1999; Connor *et al.*, 2000; Biedermann, 2002; Cronnin, 2003). Los resultados de este trabajo muestran que, según la especie de la que se trate, la configuración del paisaje agrícola tiene mayor o menor efecto sobre su distribución y abundancia.

La abundancia de las poblaciones en dispersión de *D. kuscheli* en los meses de septiembre-octubre mostró una relación positiva con el área de los parches de pasturas de invierno ($R^2 = 0,79$; $r = 0,89$; $p < 0,001$; $n = 11$) (Figura 2) con ajuste significativo al modelo lineal. No se observó esta relación con los parches de cereales para grano, posiblemente debido a la preferencia de esta especie por las pasturas que son su principal hospedador (Grilli & Gorla, 1998). El resto de las especies de Delphacidae no presentó relación con el área de los hospedadores estudiados.

La relación entre la abundancia de las poblaciones de insectos herbívoros y el área de los parches hospedadores es variable: puede ser positiva, negativa o no existir (Denno *et al.*, 1981; Raupp & Denno, 1979). Las poblaciones de insectos herbívoros especialistas tienden a disminuir en parches de vegetación pequeños ya que se dispersan hacia parches más grandes (Root, 1973; Connor, 2000; Cronnin, 2003). Parches con áreas mayores permiten que las poblaciones tengan más probabilidad de apareamiento y mayor supervivencia invernal, lo que disminuye el riesgo de extinción de las poblaciones (Raupp & Denno, 1979; Denno *et al.*, 1981; Moller, 1991, 1995). Otra posible explicación incluye a la "hipótesis del enemigo", que señala que los predadores tienen mayor probabilidad de encontrar a sus presas en parches más pequeños (Root, 1973; Raupp & Denno, 1979; Denno *et al.*, 1981; Kareiva, 1983).

Se pudo establecer la existencia de una relación directa entre la abundancia de *D. kuscheli* en septiembre-octubre y el índice de proximidad media de los parches de pasturas ajustando positivamente a una función lineal ($R^2 = 0,78$; $r = 0,88$; $p < 0,001$; $n = 11$) (Figura 3). La abundancia de *D. balboae* para el mismo período también tuvo una relación positiva con este índice, ya que ajustó a una función lineal ($R^2 = 0,77$; $r = 0,88$; $p < 0,001$; $n = 11$) (Figura 4).

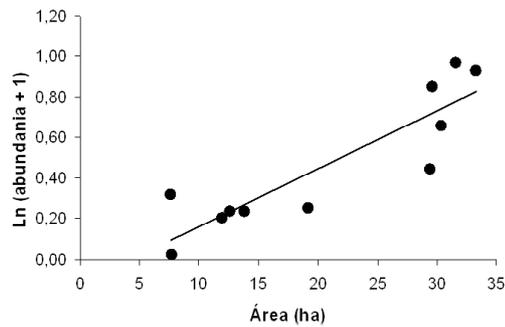


Figura 2. Relación entre el Ln de la abundancia de *D. kuscheli* + 1 en los meses de septiembre/ octubre y el área de los parches hospedadores de pasturas. $R^2 = 0,79$; $r = 0,89$; $p < 0,001$, ajustó a un modelo lineal.

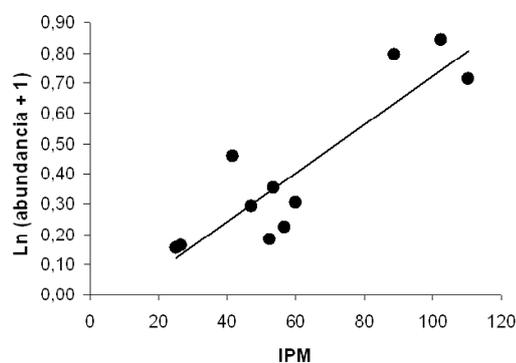


Figura 3. Relación entre el Ln de la abundancia de *D. kuscheli* + 1 en los meses de septiembre / octubre y el Índice de Proximidad Media (IPM) para los parches de pasturas a 5000 metros alrededor de los sitios de muestreo. $R^2 = 0,78$; $r = 0,88$; $p < 0,001$, ajustó a un modelo lineal.

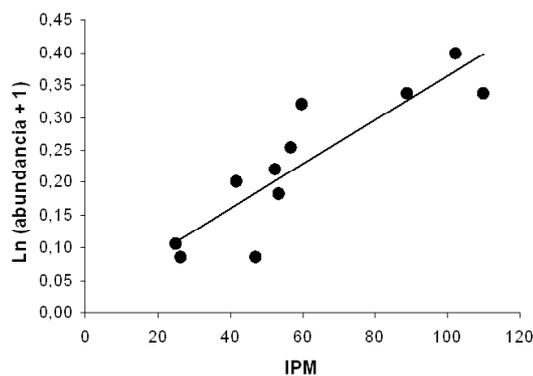


Figura 4. Relación entre el Ln de la abundancia de *D. balboae* + 1 en los meses de septiembre / octubre y el Índice de Proximidad Media (IPM) para los parches de pasturas a 5000 metros alrededor de los sitios de muestreo. $R^2 = 0,77$; $r = 0,88$; $p < 0,001$, ajustó a un modelo lineal.

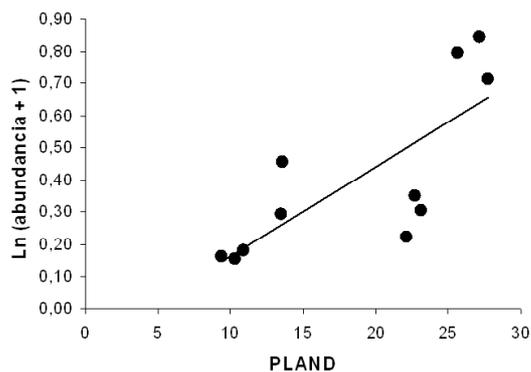


Figura 5. Relación entre el Ln de la abundancia de *D. kuscheli* + 1 en los meses de septiembre / octubre y el porcentaje del paisaje cubierto por los parches de pasturas (PLAND) a 2500 metros alrededor de los sitios de muestreo. $R^2 = 0,59$; $r = 0,77$; $p = 0,0057$, ajustó a un modelo lineal.

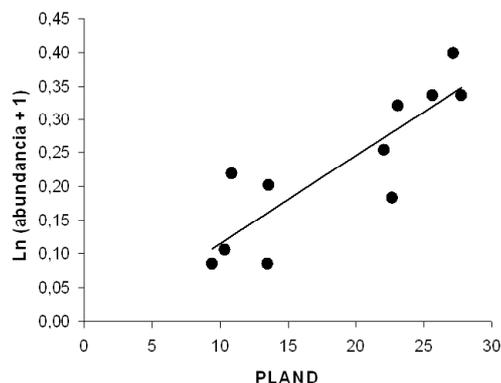


Figura 6. Relación entre el Ln de la abundancia de *D. balboae* + 1 en los meses de septiembre / octubre y el porcentaje del paisaje cubierto por los parches de pasturas (PLAND) a 5000 metros alrededor de los sitios de muestreo. $R^2 = 0,74$; $r = 0,86$; $p < 0,001$, ajustó a un modelo lineal.

Estos resultados indican que las poblaciones en dispersión de *D. kuscheli* y *D. balboae* tienden a incrementarse a medida que la distancia entre los parches disminuye. Debido a que estas especies tienen un rango restringido de hospedadores, el efecto de la fragmentación del hábitat se hace más evidente (Vandewoestijne *et al.*, 2005). Por otra parte, la conectividad entre los parches afecta la abundancia de las poblaciones en dispersión de los insectos entre parches hospedadores (Hanski, 1994, 1999; Stacey *et al.*, 1997). El incremento de la conectividad de los parches de hospedadores produce una disminución de las extinciones locales y una recolonización más rápida desde parches vecinos (Brown & Kodric-Brown, 1977). El aislamiento entre los parches produce el efecto contrario, ya que disminuye la densidad poblacional de insectos en dispersión entre parches aislados (Dunning *et al.*, 1995; Hinsley *et al.*, 1995; Josen & Fahrig, 1997; Cronin, 2003). Ninguna de las otras especies colectadas mostró relación con la proximidad media entre los parches de hospedadores. Existen ejemplos en los que el aislamiento entre los parches hospedadores no afecta a la abundancia de los insectos especialistas (Josen & Fahrig, 1997; Steffan-Dewenter & Tscharrntke, 2000).

Esta ausencia de relación se puede explicar por el rango de dispersión de la especie: la distancia entre los parches posiblemente se encuentre por debajo del rango de dispersión de la especie. La proximidad entre los parches permite que el paisaje en su conjunto se comporte como un *continuum* para los insectos (Jonsen & Fahrig, 1997).

Las abundancias de *D. kuscheli* ($R^2 = 0,59$; $r = 0,77$; $p = 0,0057$; $n = 11$) (Figura 5), *D. balboae* ($R^2 = 0,74$; $r = 0,86$; $p < 0,001$; $n = 11$) (Figura 6) y *D.*

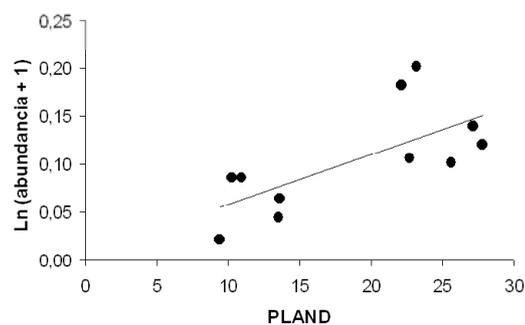


Figura 7. Relación entre el Ln de la abundancia de *D. haywardi* + 1 en los meses de septiembre / octubre en los parches de pasturas y el porcentaje del paisaje cubierto por los parches de pasturas (PLAND) a 5000 metros alrededor de los sitios de muestreo. $R^2 = 0,48$; $r = 0,69$; $p = 0,019$, ajustó a un modelo lineal.

haywardi ($R^2 = 0,48$; $r = 0,69$; $p = 0,019$; $n = 11$) (Figura 7), se relacionaron positiva y linealmente con el porcentaje del paisaje cubierto por pasturas de invierno para el período septiembre-octubre. No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la abundancia de las especies y el porcentaje del paisaje cubierto por parches de cereales para grano. Un incremento en la cantidad y extensión de los parches de hábitat aumenta la conectividad en el paisaje (Taylor *et al.* 1993). Este aumento favorece de manera directa a los insectos especialistas que aprovechan este recurso (Jonsen & Fahrig, 1997).

Toya propinqua fue la única especie que no presentó ninguna relación estadísticamente significativa entre las métricas del paisaje estimadas y la abundancia de sus individuos en dispersión, ya que mantuvo una abundancia uniforme durante todo el

período de estudio. En la Argentina los principales hospedadores de *T. propinqua* son malezas, y en menor cantidad son capturadas en trigo y avena, por lo que se puede definir a esta especie como generalista (Remes Lenicov y Virla, 1999). Las especies generalistas pueden aprovechar un mayor número de tipos de hábitat, de modo que perciben el paisaje como menos fragmentado (Steffan-Dewenter & Tscharnkte, 2000).

Los requerimientos ecológicos de los Delphacidae están relacionados a la presencia y configuración de sus hospedadores. El mecanismo de dispersión es disparado por las condiciones de la vegetación (Ornaghi *et al.*, 1993). En primavera (fines de septiembre), las pasturas de invierno declinan y los insectos comienzan su actividad de escape de este recurso y se dirigen a los parches de los cereales para grano que están presentes hasta fines de noviembre. Todos los parches de pasturas de invierno desaparecen, por lo tanto los individuos dispersivos que son capturados en las trampas son aquellos que están dejando esos parches para dirigirse a los de cereales para grano. Trabajos previos mostraron que la condición y distribución de la vegetación afectan a las poblaciones de Delphacidae (Grilli & Gorla, 1997), pero en este trabajo se observó que el área, el índice de proximidad media y el porcentaje del paisaje cubierto por parches hospedadores de una clase de cultivo que funcionan como hospedadores afectan a la abundancia de poblaciones en dispersión de Delphacidae. Esta variabilidad puede ser atribuida a la dinámica poblacional y a la historia de vida de cada especie, por lo cual sería necesario comparar los resultados aquí obtenidos con los de poblaciones de estas especies que no se estén dispersando para comprender mejor los mecanismos aquí descritos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con un subsidio otorgado por el Fondo Nacional de Ciencia y Técnica BID 1201/OC – AR PICT 08-12497. Los autores agradecen especialmente a la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) por las imágenes satelitales bajo el proyecto "PlagaSat".

BIBLIOGRAFÍA

Biedermann, R., 2002. Leafhoppers (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in fragmented habitats. *Denisia* 4: 523 - 530.

Brown, J. H. and A. Kodric-Brown, 1977. Turnover rates in the insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology* 58: 445-449.

Connor, E.F.; A.C. Courtney and J.M. Yoder, 2000. Individuals-area relationship: the relationship between animal population density and area. *Ecology* 81: 734-748.

Cronin, J.T., 2003. Movement and spatial population structure of a prairie planthopper. *Ecology* 84: 1179-1188.

Denno, R.F.; M.J. Raupp and D.W. Tallamy, 1981. Organization of a guild of sap – feeding insects: equilibrium vs. nonequilibrium coexistence, in *Insect life history patterns: Habitat and geographic variation*. Springer, New York, pp. 151-181.

Denno, R.K; G.K Roderick; L.O Karen and G.D. Hartmut, 1991. Density related migration in planthoppers (Homoptera: Delphacidae): the role of habitat persistence. *American Naturalist* 138: 1513-1541.

Dunning, J.B.; R. Borgella; K. Clements and G. K. Meffe, 1995. Patch isolation, corridor effects, and colonization by a resident sparrow in a managed pine woodland. *Conservation Biology* 9: 542-550.

Eastman, R.J, 2003. IDRISI Kilimanjaro Guide to GIS and Image Processing – ClarkLabs Clark University – 950 Main.

Fahrig, L and G. Merriam, 1994. Conservation of fragmented populations. *Conservation Biology* 8: 50-59.

Forman, R. and M. Godron, 1986. Patches. In: *Landscape ecology*. John Wiley and Sons Press, USA. Pp 83-120.

Grez, A.; T. Zaviezo; L. Tischendorf and L. Fahrig, 2004. A transient, positive effect of habitat fragmentation on insect population densities. *Oecologia* 141: 444 - 451.

Grilli, M. and D. Gorla, 1997. The spatio-temporal pattern of *Delphacodes kuscheli* (Homoptera: Delphacidae) abundance in central Argentina. *Bulletin of Entomological Research* 87: 45-53.

Grilli, M. and D. 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. and D. Gorla, 2002. Variación geográfica de la abundancia poblacional de *Delphacodes kuscheli* (Fennah) en la región central de Argentina. *Ecología Austral* 12: 187-195.

Grilli, M.P and M.A. Bruno, 2007. Regional abundance of an agricultural pest planthopper: the effect of host patches area and configuration. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122 (2):133-143.

Hanski, I., 1994. A practical model of metapopulation dynamics. *Journal of Animal Ecology* 63: 151-162.

Hanski, I., 1999. *Metapopulation ecology*. Oxford University Press, New York, USA. 313 pp.

Hinsley, S.A.; P.E. Bellamy; I. Newton and T.H. Sparks, 1995. Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding birds species in woodland fragments. *Journal of Avian Biology* 26: 94-104.

Holt, R.D.; G.R. Robinson and M.S. Gaines, 1995. Vegetation dynamics in a experimentally fragmented land-

- scape. *Ecology* 76: 1610-1624.
- Jonsen, I.D and L. Fahrig, 1997. Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. *Landscape Ecology* 12: 185-197.
- Kareiva, P.M., 1983. Influence of vegetation texture of herbivore populations: resource concentration and herbivore movement, in *Variable plants and herbivores in natural and managed systems*. Academic Press, New York, USA, pp. 259-289.
- Kisimoto, R., 1973. Leafhoppers and planthoppers, in *Viruses and invertebrates*. A.J. Gibbs Press, Amsterdam, pp. 136-156.
- Krawchuk, M. and P. Taylor, 2003. Changing importance of habitat structure across multiple spatial scales for three species of insects. *Oikos* 103: 153-161.
- MacArthur, R.H. and E.O. Wilson, 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, 203 pp.
- MacGarigal, K. and B.J. Marks, 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
- Moller, A.P., 1991. Clutch size, nest predation, and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. *Ecology* 72: 1336-1349.
- Moller, A.P., 1995. Developmental stability and ideal despotic distribution of blackbirds in a patchy environment. *Oikos* 72: 228-234.
- Nault, L.R. and E.D. Ammar, 1989. Leafhopper and planthopper transmission of plant viruses. *Annual Reviews Entomology* 34: 503-29.
- Ornaghi, J.; G. Boito; G. Sánchez; G. March and J. Beviacqua, 1993. Studies on the populations of *Delphacodes kuscheli* Fennah in different years and agricultural areas. *Journal of Genetic and Breeding* 47: 227-282.
- Prescello, D.A.; A. Constamagna; L.R. Conci; A.M. Marino De Remes Lenicov; F.A. Guzmán and P.S. Herrera, 1997. Mal de Río Cuarto del Maíz. Estudio de la capacidad vectora de la poblaciones de *Toya* propinqua presentes en el área de Pergamino. *Actas VI Congreso Nacional de Maíz, 1997 Pergamino Sección II*: 1-5.
- Raatikainen, M., 1967. Bionomics, enemies and population dynamics of *Javesella pellucida* (F.) (Homoptera, Delphacidae). *Annals Agriculture Fenniae* 6: 1-149.
- Raupp, M.J. and R.F. Denno, 1979. The influence of patch size on a guild of sap-feeding insects that inhabit the salt marsh grass *Spartina patnes*. *Environmental Entomology* 8: 412-417.
- Remes Lenicov, A.M., 1985. Hallazgo de uno de los vectores del mal de Río Cuarto del maíz. *Gaceta Agronómica* 5 (25): 251-256.
- Remes Lenicov, A.M. and E. Virla, 1993. Homopteros Auquenorrincos asociados al cultivo de maíz en la República Argentina. I: Familia Delphacidae. En: V Congreso Nacional y II reunión sudamericana Maíz 92, Pergamino, pp. 34-55.
- Remes Lenicov, A.M. and E. Virla, 1999. Delfácidos asociados al cultivo de maíz en la República Argentina (Insecta – Homoptera – Delphacidae) *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 104: 1-16.
- Root, R.B., 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.
- Sabins, F., 1997. *Remote Sensing – Principles and Interpretation*. W. H. Freeman and Company – 494 pp.
- Stacey, P.B.; V.A. Johnson and M.L. Taper, 1997. Migration within metapopulations: the impact upon local population dynamics, in *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. Academic Press, San Diego, California, pp 267-291.
- Steffan-Dewenter, I. and T. Tscharntke, 2000. Butterfly community structure in fragmented habitats. *Ecology Letters* 3: 449-456.
- Taylor, R.A., 1985. Migratory behavior in the Auchenorrhyncha, in *The leafhoppers and the planthoppers*. John Wiley and Sons Press, New York, pp. 259-288.
- Taylor, P.D., L. Fahring, K. Henein and G. Merriam, 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 69: 571-572.
- Urban, D.L.; R.V. O'Neill and H.H. Shugart, 1987. Landscape ecology. *BioScience* 37: 119-127.
- Vandewoestijne, S.; E. Polus and M. Baguette, 2005. Fragmentation and insects: theory and application to calcareous grasslands. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environmet* 9: 139-142.
- Yao, J.R.; R.D. Holt; P.M. Rich and W.S. Marshall, 1999. Woody plant colonization in an experimentally fragmented landscape. *Ecography* 22: 715-728.