

EFFECTO DE BORDES ARBOREOS Y TERRAZAS SOBRE LA RIQUEZA Y DENSIDAD DE AVES EN LOTES DE SOJA DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA

Laura María Solari y María Elena Zaccagnini

Grupo Ecología y Gestión Ambiental de la Agrobiodiversidad. Instituto de Recursos Biológicos. (CIRN-CNIA-INTA). Los Reseros y Las Cabañas s/n. Hurlingham 1712, Provincia de Buenos Aires, Argentina. lsolari@cnia.inta.gov.ar, mzaccagnini@cnia.inta.gov.ar

Resumen

Los ambientes no cultivados, como bajos, banquinas, terrazas y márgenes de cultivos, son hábitats importantes para las aves en los agroecosistemas simplificados dominados por soja. La conservación de este grupo y los ambientes que frecuenta es fundamental dado que brindan servicios ecosistémicos a la producción agropecuaria resultando vital su consideración en el manejo. Se estudió el efecto de bordes y terrazas de cultivo sobre la riqueza y densidad de aves en campos de soja. El trabajo de campo se realizó entre febrero y marzo de 2004 en el departamento de Crespo, Entre Ríos, en sitios ubicados dentro de un paisaje homogéneo. Se seleccionaron 14 lotes de cultivo con diferentes combinaciones de terrazas y bordes arbóreos. Se realizaron dos muestreos utilizando líneas transectas en bordes (n=82) y centro de cultivo (n=37). Se registraron 31 especies de aves pertenecientes a cuatro grupos tróficos (insectívoras, granívoras, omnívoras y carnívoras). Las especies más frecuentes fueron comunes de ambientes antrópicos y rurales. La presencia de terrazas y bordes arbóreos no explicó la riqueza y densidad de aves en los lotes de cultivo. Sin embargo, los bordes, tanto arbóreos como herbáceos, fueron hábitat propicio para especies poco frecuentes asociadas a árboles, arbustos y pastizales.

Palabras clave: heterogeneidad espacial, monocultivo, grupos tróficos, servicios ecosistémicos.

Abstract

Non-cultivated environments as field margins, lowlands, sideroads and terraces are important habitat for birds in simplified soybean-dominated agroecosystems. Birds and habitat conservation are important since they provide ecosystem services to agricultural production therefore its consideration for management is vital. We studied the field margins and terraces effect on bird's richness and density in soybean fields. The field study was conducted from January through March in 2004 in the surroundings of Crespo, Entre Ríos, locality inserted in a homogeneous landscape. We selected 14 crop fields with different combinations of tree edges and terraces. Two surveys were carried out using line transects on margins (n=82) and inside the crop field (n=37). We found 31 bird's species belonging to four trophic groups (insectivores, granivorous, omnivorous and carnivorous). The most frequent species were common in urban areas and sites with antropogenic land-use. The presence of terraces and tree edges do not explain the richness and density of birds in crop fields. However, both tree and herbaceous edges seemed to be favorable habitat for low-frequency species associated to trees, bushes and grasslands.

Key words: spatial heterogeneity, monoculture, trophic groups, ecosystem services.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, muchas especies de la flora y fauna silvestres han disminuido su número o desaparecido como resultado de la intensificación de la producción agrícola asociada a la reducción de elementos del paisaje seminaturales (Altieri 1999, Robinson y Sutherland 2002, Billeter *et al* 2008). La conservación de márgenes de cultivos y ambientes no cultivados es importante para la conservación de las aves locales (Green *et al* 1994, Sparks *et al* 1996, Jobin *et al* 2001). Estas especies presentes en los sistemas agrícolas cumplen numerosos roles con efectos benéficos sobre la producción agropecuaria, ya sea como controladoras naturales de plagas, saneadoras ambientales, o polinizadoras. A fin de integrar la conservación de los servicios ecosistémicos que brindan las aves como un factor relevante en la toma de decisiones agrícolas, es importante evaluar en qué medida las poblaciones de aves son afectadas por la intensificación agrícola.

Argentina ha experimentado un acelerado proceso de intensificación agrícola en los últimos años. La producción aumentó cerca de 66% en los últimos 20 años y el área sembrada se incrementó un 35%, atribuido principalmente a la expansión del cultivo de soja (*Glycine max*) (Satorre 2003). Este incremento fue posible debido a la aparición de herbicidas de amplio espectro, como el glifosato, y a la creación de genotipos resistentes al mismo. Particularmente en Entre Ríos, el área sembrada con soja en el año 2004 fue diez veces mayor respecto a 1994 (Bolsa de cereales 2005). Estos cambios contribuyeron a la simplificación de los agroecosistemas aumentando las áreas para el cultivo de soja. De esta forma, los elementos lineales no cultivados tradicionalmente, como bordes de cultivo, bajos y cabeceras disminuyeron su

superficie notablemente afectando el recurso de hábitat para las aves.

Los márgenes de los lotes cultivados generan efectos benéficos en los cultivos contiguos, ya que actúan como refugio de predadores útiles para el control biológico de insectos plaga, protegen el suelo disminuyendo la erosión y conservando su calidad, regulan la disponibilidad de agua en el sistema, etc. Por otro lado, proveen hábitat de nidificación, forrajeo y refugio para muchas especies de aves (Sparks *et al* 1996, Jobin *et al* 2001, Devictor y Jiguet 2006). Sin embargo, estos ambientes son eliminados para aumentar el área cultivada o por la aplicación de herbicidas (O'Connor 1986, Sparks *et al* 1996, Boutin *et al* 2001).

En Entre Ríos, se utilizan técnicas de conservación de suelo que consisten en la sistematización con curvas de nivel en forma de terrazas para el control de la erosión hídrica (Del Campo y Pearson 1998). En muchos casos, estas terrazas no se cultivan y se desarrolla una franja de vegetación espontánea que alcanza un ancho de dos a cinco metros. Las terrazas vegetadas tienen efectos positivos sobre la riqueza de artrópodos predadores (Weyland y Zaccagnini 2008) los que a su vez mantienen poblaciones de aves que se alimentan de ellos (Goijman y Zaccagnini 2008).

El objetivo del trabajo fue establecer si existe relación entre la riqueza y la densidad de aves respecto a la presencia de bordes arbóreos y terrazas en campos de soja. Estos elementos lineales de vegetación espontánea podrían ser utilizados por las aves de manera diferencial como hábitat para alimentación, refugio y reproducción. Este estudio contribuirá a entender el rol que poseen bordes y terrazas en el ensamble local de aves en agroecosistemas simplificados y proveerá información de base para elaborar planes de manejo orientados a la conservación de las aves y el suelo en los agroecosistemas de Entre Ríos.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en lotes cultivados con soja en los alrededores de la ciudad de Crespo, Entre Ríos (32° 02.003' S, 60° 19.061' O). Desde el punto de vista fitogeográfico esta zona está comprendida en el Dominio Chaqueño (Provincia del Espinal - Distrito del Nandubay) y presenta formaciones vegetales del tipo bosque xerófilo con predominancia de especies arbóreas del género *Prosopis* (Cabrera 1994). El monte nativo ha sido reemplazado principalmente por campos de cultivo y, actualmente, existe una baja proporción de remanentes naturales.

Se seleccionaron 14 lotes de soja considerando los siguientes tratamientos:

con terrazas y bordes arbóreos (N=4) (T1), con terrazas y sin bordes arbóreos (N=3) (T2), sin terrazas y con bordes arbóreos (N=3) (T3) y sin terrazas ni bordes arbóreos (N=4) (T4) (Figura 1). Se trabajó en lotes que habían sido sembrados con soja de segunda (sobre rastrojo de trigo) en siembra directa y que estuvieran a una distancia mínima de 500 metros entre ellos (Moreira *et al* 2005). El tamaño de los campos varió entre 9 y 40 hectáreas ($20,6 \pm 9,75$ ha). Los bordes arbóreos tuvieron diferente composición florística, algunos con predominancia de especies nativas y otros de exóticas; finalmente los lotes seleccionados fueron representativos de la disponibilidad en este sistema de producción altamente simplificado.

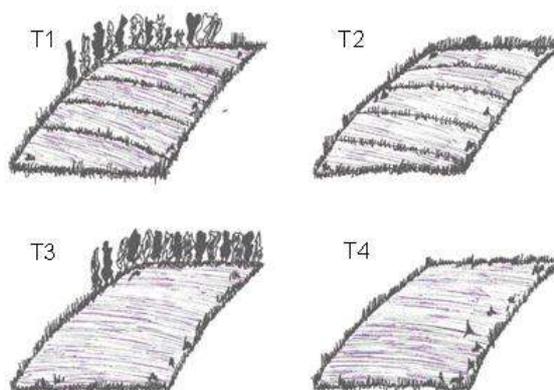


Figura 1. Características estructurales de los campos seleccionados. T1: con terrazas y borde arbolado, T2: con terraza y sin borde arbolado, T3: sin terrazas y con borde arbolado, T4: sin terrazas ni borde arbolado.

Se realizó un muestreo piloto del 31 de enero al 5 de febrero de 2004 y dos muestreos definitivos del 21 al 28 de febrero y del 16 al 25 de marzo de 2004. En el primer muestreo la soja se encontraba en floración (R1-R2_Febrero) y para el segundo la mayoría de los campos tenían la vaina formada (R3-R4_Marzo). El muestreo de aves en el borde de cultivo se llevó a cabo mediante el método de línea transecta de ancho fijo de 10 metros definiendo este área como el borde del cultivo según Jobin *et al* (2001), en cambio en el centro del cultivo se realizó mediante el método de línea transecta con dos registros de banda

(Bibby *et al* 2000). Se registraron las aves oídas, posadas y volando en el lote de cultivo. Aquellas aves que pasaron volando y no estaban asociadas al lote de soja no fueron registradas (Jobin *et al* 2001). Se registró a lo largo de transectas de 100 metros de longitud ubicadas en cada estrato de manera sistemática cada 200 metros, asignando la primera al azar. Las transectas de los bordes (n=82) cubrieron el 30% de cada tipo de borde (arbóreo y herbáceo). En el centro de cada lote, se trazaron dos o tres transectas, proporcionalmente a la superficie del mismo (n=37) y perpendiculares a las terrazas. Las

transectas se recorrieron a pie a una velocidad constante de 2 km/h (Jobin *et al* 2001). Los conteos fueron realizados en las tres primeras horas luego del amanecer y en las tres últimas horas antes del atardecer. No se tomaron registros en días de lluvia o muy ventosos. Cuando alguno de los lotes había sido pulverizado con agroquímicos, se esperó tres días para realizar el muestreo.

La riqueza específica de aves por lote se obtuvo considerando las especies registradas en todas las transectas de cada lote. La densidad relativa de aves (total y por grupo trófico) por lote se estimó mediante dos índices de densidad. La densidad de aves en el borde de cultivo se estimó con el índice de banda de ancho fijo (Bibby *et al* 2000) según la fórmula:

$$Db \equiv n / 2xlxw$$

donde n es el número de aves registradas dentro de w , w es el ancho de banda a cada lado de la transecta (10 m) y l el largo de la transecta. La densidad de aves en el centro del lote se estimó mediante el índice de dos bandas de registro (Greenwood 1996) según la fórmula:

$$Dc \equiv \left(\frac{n1 + n2}{2xwxl} \right) \times \ln \left(\frac{n1 + n2}{n2} \right)$$

donde $n1$ es el número de aves registradas dentro de w , $n2$ es el número de aves fuera de w y w es el ancho de banda a cada lado de la transecta. En este caso w midió 10 m, debido a que fue la distancia a la cual se detectaron la mitad de las observaciones (Gibbons *et al* 1996). Finalmente, la densidad por lote se calculó multiplicando la densidad de aves en borde y centro del cultivo por la proporción de cada uno de esos estratos en cada lote.

Los datos se analizaron con el programa estadístico DISTLM, por medio de análisis de varianzas de permutaciones no paramétrico para datos multivariados (Anderson 2001). Se realizaron análisis de dos vías para detectar interacciones entre la presencia de bordes arbóreos y de terrazas (Anderson 2001). Las diferencias de riqueza y densidad de aves entre lotes con distintos tratamientos se evaluaron mediante un análisis univariado para cada variable: riqueza total, densidad total de

aves omnívoras, insectívoras y granívoras. Para dichos análisis se consideró la superficie del lote como covariable. Las variables de densidad total y densidad de aves insectívoras fueron transformadas mediante la función logaritmo natural debido a la alta heterogeneidad de varianzas que enmascaraba los resultados (Manly 1997). Para el análisis de los datos de densidad de aves por grupos tróficos en ambas fechas de muestreo se realizaron pruebas de rangos (Kruskal-Wallis) (Sokal y Rohlf 1995).

RESULTADOS

La riqueza total de aves en campos de soja fue de 31 especies (Tabla 1). Se encontraron 16 especies de aves insectívoras, ocho especies granívoras, cuatro omnívoras y tres carnívoras. Las especies más frecuentes en el primer muestreo (estadio de floración del cultivo) fueron la Golondrina rabadilla canela (*Petrochelidon pyrrhonota*), el Cachilo ceja amarilla (*Ammodramus humeralis*), la Golondrina parda (*Progne tapera*), el Inambú común (*Nothura maculosa*), el Hornero (*Furnarius rufus*), la Ratona común (*Troglodytes aedon*) y el Chingolo (*Zonotrichia capensis*). En el segundo muestreo (estadio de fructificación del cultivo) las dos especies de la familia *Hirundinidae* disminuyeron su frecuencia notablemente debido al inicio de la migración mientras que *Z. capensis* y, el Pecho colorado (*Sturnella superciliaris*) en menor medida, incrementaron su frecuencia (Tabla 1, Figura 2).

La riqueza, la densidad total de aves y la densidad por grupos tróficos fueron similares en campos con diferentes características estructurales. La presencia de bordes arbóreos y terrazas no estuvo asociada a ninguna de estas variables. El grupo de aves omnívoras, compuesto principalmente por *Z. capensis* y *N. maculosa*, fue el único que tuvo diferencias en la densidad, resultando mayor en lotes sin bordes arbóreos durante el mes de febrero, cuando se produce la floración (Tabla 2, Figura 3).

La densidad de aves por grupo trófico aparentemente fue similar en ambas fechas de muestreo; sin embargo, aunque sin diferencias estadísticas significativas pero con valores cercanos a la significancia, el grupo trófico insectívoros tuvo mayor densidad que el resto de los grupos tróficos cuando la soja se encontraba en floración (Figura 4). (Floración: Prueba K-W, $p=0.0691$, Fructificación: Prueba K-W, $p=0.6981$).

En los bordes arbóreos y herbáceos, se observaron las 31 especies registradas durante los dos muestreos. En el centro del cultivo se registraron sólo 15 especies, la mayoría con alta frecuencia de ocurrencia, como *Z. capensis* y *N. maculosa* (Tabla 1). Las especies registradas sólo en bordes fueron poco frecuentes, excepto *T. aedon* con una frecuencia mayor a 7%.

Tabla 1. Aves registradas durante el muestreo en lotes de cultivo de soja (Lista de aves: Mazar y Pearman 2008). Se indican los hábitos alimenticios de las especies (Azpiroz 2003), el estrato donde fueron observadas (C: centro de lote, T: terraza, BA: borde arbóreo y BH: borde herbáceo) y la frecuencia de ocurrencia (FO).

Familia	Nombre científico	Hábitos alimenticios	Estrato				FO (%)
			C	T	BA	BH	
Tinamidae	<i>Nothura maculosa</i>	Omnívoro	x	x		x	12,4
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carnívoro			x	x	1,0
	<i>Falco sparverius</i>	Carnívoro				x	0,2
Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Granívoro	x		x	x	2,4
	<i>Zenaida auriculata</i>	Granívoro			x	x	2,2
Cuculidae	<i>Guira guira</i>	Insectívoro				x	0,2
	<i>Tapera naevia</i>	Insectívoro			x	x	0,2
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Carnívoro	x	x		x	0,5
Trochilidae	<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	Insectívoro			x		0,2
Furnariidae	<i>Anumbius annumbi</i>	Insectívoro				x	0,7
	<i>Furnarius rufus</i>	Insectívoro	x	x	x	x	7,1
	<i>Phacellodomus ruber</i>	Insectívoro			x	x	0,2
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	Insectívoro				x	0,2
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i>	Insectívoro	x			x	0,2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Insectívoro	x		x	x	1,5
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Insectívoro				x	0,5
	<i>Tyrannus savana</i>	Insectívoro	x			x	0,2
	<i>Xolmis irupero</i>	Insectívoro				x	0,2
Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Insectívoro	x	x		x	14,4
	<i>Progne tapera</i>	Insectívoro	x		x	x	6,1
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Insectívoro			x	x	7,1
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Insectívoro	x	x		x	0,2
Emberizidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	Granívoro	x	x	x	x	17,8
	<i>Sicalis flaveola</i>	Granívoro				x	1,0
	<i>Sicalis luteola</i>	Granívoro	x	x		x	3,4
	<i>Sporophila caerulescens</i>	Granívoro			x	x	1,7
	<i>Sporophila minuta</i>	Granívoro				x	0,2
	<i>Sporophila ruficollis</i>	Granívoro	x			x	0,7
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Omnívoro	x	x	x	x	14,4
	Icteridae	<i>Agelaioides badius</i>	Omnívoro			x	x
<i>Sturnella superciliaris</i>		Omnívoro	x		x	x	2,4

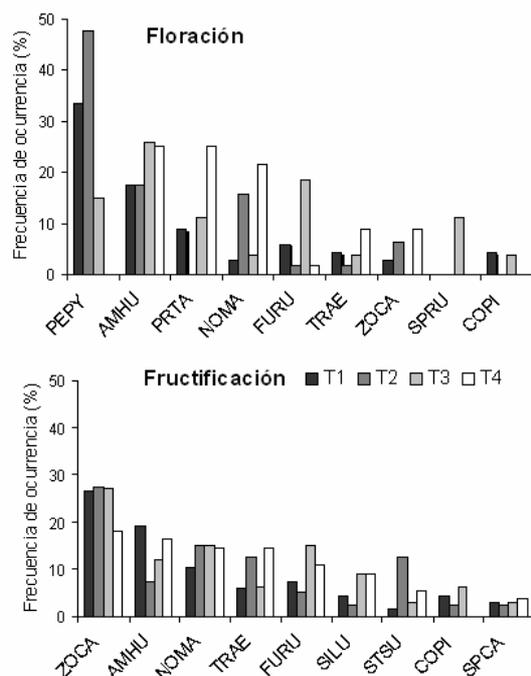


Figura 2. Frecuencia de ocurrencia (%) de especies de aves para los diferentes tipos de lotes de cultivo. PEPY *Petrochelidon pyrrhonota*, AMHU *Ammodramus humeralis*, PRTA *Progne tapera*, NOMA *Nothura maculosa*, FURU *Furnarius rufus*, TRAE *Troglodytes aedon*, ZOCA *Zonotrichia capensis*, SPRU *Sporophila ruficollis*, COPI *Columbina picui*, STSU *Sturnella superciliaris*, SPCA *Sporophila caerulescens*. T1: Lote con terrazas y borde arbolado, T2: Con terraza y sin borde arbolado, T3: Sin terrazas y con borde arbolado, T4: Sin terrazas ni borde arbolado.

Tabla 2. Resumen de los valores de probabilidad del análisis de varianzas de permutaciones no paramétricas (* = $p < 0.05$).

Muestreo	VARIABLES	Terraza	Borde arbolado	Interacción
Floración	Riqueza Total	0,2652	0,3592	0,6840
	ln (Densidad Total)	0,1340	0,7310	0,2510
	Densidad Granívoros	0,8276	0,8982	0,6986
	ln (Densidad Insectívoros)	0,1074	0,9822	0,8098
	Densidad Omnívoros	0,4268	0,0080*	0,3180
	Riqueza Total	0,4748	0,1470	0,9254
Fructificación	Densidad Total	0,5190	0,1594	0,3980
	Densidad Granívoros	0,6850	0,7222	0,4714
	Densidad Insectívoros	0,8604	0,2452	0,0860
	Densidad Omnívoros	0,8532	0,4998	0,6092

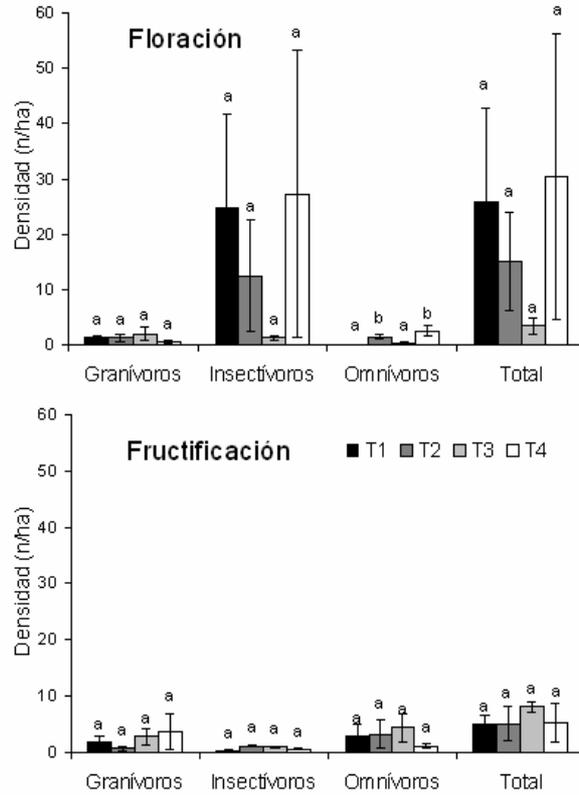


Figura 3. Densidad total relativa y por grupos tróficos de aves (número de individuos/ha) para los diferentes tipos de lotes de cultivo (\pm E.E.). T1: con terrazas y con borde arbolado, T2: con terraza y sin borde arbolado, T3: sin terrazas y con borde arbolado, T4: sin terrazas y sin borde arbolado.

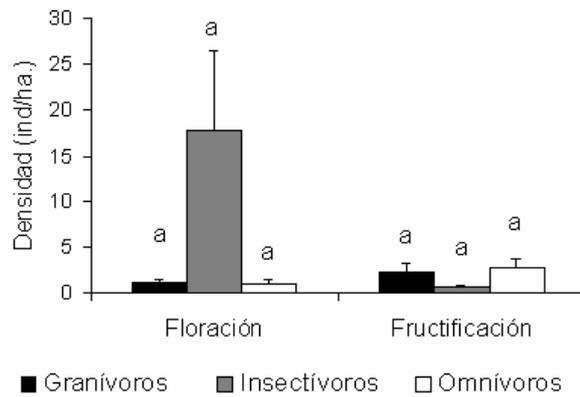


Figura 4: Densidad de aves por grupo trófico en ambas fechas de muestreo (\pm E.E.).

DISCUSIÓN

Los sitios de muestreo en este estudio se localizaron en los alrededores de la ciudad de Crespo, una zona de la provincia de Entre Ríos que ha presentado un marcado avance de la agricultura. Como resultado, el paisaje es homogéneo, con manejo agrícola intensivo, caracterizado por presentar escasos parches de monte y lotes de cultivo con bordes y terrazas de cobertura vegetal escasa o seca (Zaccagnini *et al*, 2007). A pesar de ello, la heterogeneidad espacial en los campos está dada por estos elementos lineales que no se cultivan. La teoría sugiere que ambientes espacialmente heterogéneos albergarían mayor diversidad de aves que ambientes homogéneos (Hinsley y Bellamy 2000, Jobin *et al* 2001, Benton *et al* 2003). Sin embargo, la riqueza, la densidad total de aves y la densidad por grupos tróficos en los campos muestreados no fueron explicadas por la presencia de terrazas o bordes arbóreos, a excepción del grupo de aves omnívoras.

A escala de predio, este resultado se puede atribuir al manejo agrícola realizado en la zona de estudio. Las terrazas de cultivo habían sido fumigadas con herbicidas y, por ende, presentaban escasa cobertura vegetal, lo cual disminuye la disponibilidad de recursos para las aves. Otro factor que pudo haber influenciado los resultados fue la composición florística de los bordes arbóreos, la mitad de los lotes con bordes arbóreos poseían predominancia de especies exóticas. Según Jobin *et al* (2001) y Haslem y Bennett (2008) el valor de conservación de elementos del paisaje no cultivados está influenciado principalmente por la cobertura de vegetación nativa. Finalmente, la riqueza de especies está fuertemente relacionada con la heterogeneidad del mosaico y su contexto del paisaje (Haslem y Bennett 2008). En una zona agrícola con mayor heterogeneidad espacial la riqueza de aves fue mayor en lotes con terrazas herbáceas que en lotes sin terrazas (Goijman y Zaccagnini 2008).

La mayoría de las especies de aves asociadas a campos de cultivo,

registradas durante este estudio, fueron insectívoras o consumidoras de artrópodos en el período de muestreo, realizado en coincidencia con la finalización de la estación reproductiva, en la cual las demandas de proteínas proporcionadas por insectos normalmente aumentan (Capurro y Bucher 1982). Estas especies resultan de interés por los servicios ecosistémicos que brindan como potenciales controladoras de plagas de cultivos (Jones *et al* 2005, Whelan *et al* 2008). En particular, las aves de la Familia *Hirundinidae* que, debido al importante número en que se congregan, podrían estar ejerciendo presión sobre la fauna de artrópodos en soja. De las especies granívoras, *Z. auriculata* sería la única de interés agronómico, por los daños que suele producir en cultivos anuales, principalmente en girasol o sorgo, no así en soja (Bruggers y Zaccagnini, 1994). Los resultados de este trabajo indicaron una frecuencia menor al 2,5% para esta especie y fue observada únicamente en bordes de cultivos de soja, con lo cual no sería una especie conflictiva para los productores locales durante el período del muestreo.

Las aves encontradas en el cultivo y las terrazas son especies que se registraron frecuentemente en otros ambientes y están asociadas principalmente al suelo, como *Z. capensis* y *N. maculosa*. Los bordes arbóreos no tuvieron un efecto diferencial en la riqueza y densidad de aves, sin embargo son un hábitat propicio para especies poco frecuentes, principalmente insectívoras, asociadas a pastizales, árboles y arbustos. Estos resultados concuerdan con trabajos previos en los cuáles las especies de bordes fueron principalmente insectívoras y utilizaron tanto los árboles como los arbustos para buscar alimento y anidar (Best *et al* 1990; Di Giacomo 2002). Por el contrario, especies registradas casi exclusivamente en el centro de los campos de cultivo presentaron requerimientos reproductivos y alimenticios asociados con el uso del suelo.

Los resultados de este tipo de estudios, en donde se destaca la importancia de los elementos lineales de vegetación espontánea, contribuirían a delinear pautas de manejo agrícolas

enmarcadas en el equilibrio entre la conservación de ambientes, las especies nativas y la producción. La prolongación en el tiempo de prácticas agrícolas intensivas podría afectar aún más el ensamble de aves para esta zona de Entre Ríos. Por lo tanto, es importante considerar e incorporar elementos de diseño del paisaje como parte del manejo agrícola, privilegiando la conservación de las aves y los potenciales servicios ecosistémicos que pueden brindar a la producción. Si este valor es reconocido, estos manejos pueden ser incentivados dentro de esquemas de producción de uso sostenible del agroecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (USFWS-NMBCA - #2534). La Estación Experimental Agrícola de INTA Paraná colaboró ofreciendo sus instalaciones para poder llevar a cabo el trabajo de campo. Un agradecimiento especial a todos los productores agrícolas de los alrededores de Crespo que nos permitieron trabajar en sus campos. A. Goijman participó en todo el desarrollo del trabajo. J. Decarre, R. Suarez, V. de la Torre, F. Weyland y A. Rosón cooperaron en el trabajo de campo. El Ing. R. DeCarli facilitó el trabajo con los productores en la zona de estudio. P. Torres de la Universidad de Agronomía de Rosario ayudó en el análisis estadístico. S. Canavelli y J. Decarre aportaron comentarios que mejoraron al manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Altieri M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74 19-31.
- Anderson M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 32-46.
- Azpiroz, A.B. 2003. Aves del Uruguay. *Lista e introducción a su biología y conservación*. Aves Uruguay-GUPECA, Montevideo.
- Benton T.G., Vickery J.A. y Wilson J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*. 18 (4): 182-188.
- Best L.B., Whitmore R.C. y Booth G. M. 1990. Use of cornfields by birds during the breeding season: the importance of edge habitat. *American Midland Naturalist* 123: 84-99.
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A. y Mustoe S. 2000. *Bird census techniques*. Academic Press, London.
- Billeter R., Liira J., Bailey D., Bugter R., Arens P., Augenstein I., Aviron S., Baudry J., Bukacek R., Burel F., Cerny M., De Blust G., De Cock R., Diekötter T., Dietz H., Dirksen J., Dormann C., Durka W., Frenzel M., Hamersky R., Hendrickx F., Herzog F., Klotz S., Koolstra B., Lausch A., Le Coeur D., Maelfait J.P., Opdam P., Roubalova M., Schermann A., Schmidt N., Schweiger O., Smulders M.J.M., Speelmans M., Simova P., Verboom J., van Wingerden W.K.R.E., Zobel M. y Edwards P.J. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology*, 45 141-150.
- Bolsa de creales. 2005. Número estadístico 2003/2004. N°63.
- Boutin C., Jobin B., Bélanger L., Baril A. y Freemark K.E. 2001. Hedgerows in the farming landscapes of Canada. En *Hedgerows of the World*, IALE (UK), 33 – 42.
- Bruggers, U.S. y M.E. Zaccagnini. 1994. Vertebrate pest problems related to agricultural production and applied research in Argentina. *Vida Silvestre Neotropical*. 3 (2): 71-83.
- Cabrera A.L. 1994. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Fascículo 1. Editorial Acme S.A.C.I., Buenos Aires.
- Capurro H. A. y Bucher E. H. 1982. Poblaciones de aves granívoras y disponibilidad de semillas en el bosque chaqueño de Chamental. *ECOSUR*, Argentina 9 (18): 117-131.
- Del campo H.E. y Pearson F. 1998. *La erosión hídrica y su control con terrazas de desagüe paralelizadas*. En

- Erosión: sistemas de producción manejo y conservación del suelo y del agua.* Fundación Cargill, Buenos Aires, 101-162.
- Devictor V. y Jiguet F. 2006. Community richness and stability in agricultural landscapes: The importance of surrounding habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120 179-184.
- Di Giacomo A. S. 2002. *Importancia del hábitat de borde de cultivo para las aves silvestres en un ecosistema agrícola de la Argentina.* Tesis de licenciatura, Universidad de Buenos Aires.
- Gibbons D.H., Hill D. y Sutherland W. J. 1996. Birds. En Sutherland, W. J. (ED) *Ecological Census Techniques, a Handbook.* Cambridge University Press UK.
- Goijman A.P. y Zaccagnini M.E. 2008. The effects of habitat heterogeneity on avian density and richness in soybean fields in Entre Ríos, Argentina. *El Hornero* (En prensa).
- Green R. E., Osborne P. E. Y Sears E. J. 1994. The distribution of passerine birds in hedgerows during the breeding season in relation to characteristics of the hedgerow and adjacent farmland. *Journal of Applied Ecology*, 31: 677-692.
- Greenwood J.D. 1996. Basic Techniques. En Sutherland, W. J. (Ed.). *Ecological Census Techniques, a Handbook.* Cambridge University Press UK.
- Haslem A. y Bennett A.F. 2008. Countryside elements and the conservation of birds in agricultural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125 191-203.
- Hinsley, S.A. y Bellamy P.E. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. *Journal of Environmental Management* 60, 33-49.
- Jobin B., Choiniere L. y Belanger L. 2001. Bird use of three types of field margins in relation to intensive agriculture in Quebec, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84 131-143.
- Jones G. A., Sieving K. E. y Jacobson S. K. 2005. Avian diversity and functional insectivory on North-Central Florida farmlands. *Conservation Biology*, Vol 19, N° 4, 1234-1245.
- Manly B. F. J. 1997. *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in Biology (Second Edition).* Chapman & Hall, London, UK.
- Mazar Barnett J. y Pearman M. 2009. Species lists of birds for South American countries and territorios: Argentina. En: Remsen, J.V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, D. F. Stotz y K. J. Zimmer. *A classification of the birds species of South America.* American Ornithologists' Union. Version Agosto 2009. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACC> Baseline.html
- Moreira F., Beja P., Morgado R., Reino L., Giordinho L., Delgado A. y Borralho R. 2005. Effects of field management and landscape context on grassland wintering birds in Southern Portugal. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109 59-74.
- O'Connor. 1986. *Farming and birds.* Cambridge University Press., Cambridge, UK.
- Robinson R. y Sutherland W.J. 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39 157-176.
- Satorre E. 2003. *El libro de la soja. 1ª edición.* Buenos Aires: Servicios y Marketing Agropecuario.
- Sokal R.R. y Rohlf J. 1995. *Biometry.* W.H. Freeman and Company.
- Sparks T.H., Parish T. y Hinsley S.A. 1996. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60 1-8.
- Weyland F. y Zaccagnini M. E. 2008. Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja. *Ecología Austral.* (En prensa).
- Zaccagnini M.E., Decarre J., Goijman A., Solari L., Suárez R. y F. Weyland. 2007. *Efecto de la heterogeneidad*

ambiental de terrazas y bordes vegetados sobre la biodiversidad animal en campos de soja en Entre Ríos. En: Caviglia O.P., Papparotti O.F. y M.C. Sasal. 2007. *Agricultura Sustentable en Entre Ríos.* Ediciones INTA. Buenos Aires. 159-169.

Whelan C.J., Wenny D.G. y R.J. Marquis. 2008. Ecosystem services provided by birds. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1134:25-60.

Recibido: 17.07.2009; Aceptado: 23.09.2009.