



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Patrón de actividad y abundancia de aves en un relleno sanitario de Chile central

## Abundance and activity-pattern of birds at a landfill in central Chile

GABRIEL LOBOS<sup>1,\*</sup>, PATRICIO BOBADILLA<sup>2</sup>, ALEJANDRA ALZAMORA<sup>1</sup> & ROBERTO F. THOMSON<sup>3</sup><sup>1</sup> Centro de Estudios de Vida Silvestre (CEVIS), Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Avenida Santa Rosa 11735, La Pintana, Santiago, Chile<sup>2</sup> Laboratorio de Botánica, Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Avenida Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile<sup>3</sup> Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre, Departamento de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Avenida Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile

\*Autor correspondiente: galobos@ug.uchile.cl

## RESUMEN

Los rellenos sanitarios constituyen un foco de atracción para la avifauna, aunque las implicancias de esta relación no han sido exploradas en el país. Nosotros monitoreamos la actividad de aves en un relleno sanitario ubicado en las proximidades de la ciudad de Santiago, capital administrativa de Chile. Las principales aves en el área fueron la gaviota dominicana (*Larus dominicanus* Lichtenstein), el tiuque (*Milvago chimango* Vieillot), la garza boyera (*Buculbus ibis* Linnaeus) y el águila (*Geranoaetus melanoleucus* Swann). La gaviota dominicana alcanzó los valores de abundancia más altos (entre 358 y 1950 individuos por día) y destacó por su comportamiento bimodal, directamente relacionado con los niveles de operación en el relleno sanitario. En el caso del águila se registró una conducta carroñera cleptoparásita sobre los tiuques, estos últimos seleccionan desechos orgánicos (pescados, tripas, carne), que les son usurpados por ellas. Finalmente señalamos medidas simples de manejo que deberían disminuir los números de aves en este tipo de actividad industrial.

**Palabras clave:** *Buculbus ibis*, Chile, *Larus dominicanus*, *Milvago chimango*, relleno sanitario.

## ABSTRACT

Landfills are considered an attractive habitat for several bird species; however, implications of this condition have not yet been explored in the country. We monitored birds' activity patterns that use a landfill located in the vicinity of Santiago, Chile's capital. Main birds recorded in the area were, Kelp gull (*Larus dominicanus* Lichtenstein), Chimango caracara (*Milvago chimango* Vieillot), Cattle egret (*Buculbus ibis* Linnaeus) and Black Chested Eagle (*Geranoaetus melanoleucus* Swann). Kelp Gull was the most abundant species, (with values between 358 to 1950 individuals per day) and that also displayed a bimodal behavior linked directly to the landfill operation levels. In the case of Black Chested Eagle, we observed a kleptoparasitic behavior over Chimango Caracara which selected organic offal (fishes, innards, meat) for its feeding and that are stolen by the eagle. Finally we highlight simple management activities that should decrease the number of birds in these kinds of facilities.

**Key words:** *Buculbus ibis*, Chile, landfills, *Larus dominicanus*, *Milvago chimango*.

## INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población humana y su subsecuente aglomeración en áreas urbanas, ha sido acompañado de plantas y animales que se han adaptado y evolucionado en este tipo de hábitat (Bradshaw & McNeilly 1981, Pickett et al. 2001). Pese al crecimiento de las áreas urbanas a nivel global, se reconoce una carencia de investigación ecológica en estos ambientes, a pesar de que en la práctica muy

pocos ecosistemas escapan a la influencia humana (Pickett et al. 2001, Sanderson et al. 2002). Las áreas urbanas representan ecosistemas heterotróficos que dependen de la productividad de otros ecosistemas (Collins et al. 2000) y que generan desechos que son un reflejo de la huella ecológica de una gran ciudad (Rees 1996). En este contexto los rellenos sanitarios son áreas destinadas a la disposición final de estos desechos. En ellos las basuras son depositadas en una superficie impermeable, la que es compactada con

maquinaria pesada, cubierta con capas de tierra, y donde luego se manejan los líquidos percolados de la basura. No obstante, por aspectos operativos una parte del relleno debe permanecer abierta para recibir los desechos (frente de trabajo), por lo que un relleno sanitario representa un hábitat simple, pero altamente productivo para las especies que forrajean en ellos (Belant et al. 1995). Así, este tipo de espacios puede generar impactos positivos sobre algunos vertebrados (aves, perros y ratas, entre otros), los que pueden convertirse en plagas al alcanzar altas densidades y generar impactos principalmente económicos, pero también de salud pública y al medio ambiente (Williamson & Fitter 1996, Mack et al. 2000, Pimentel et al. 2000). En el caso de aves asociadas a rellenos sanitarios, ellas generan impactos negativos, como son las molestias percibidas por la comunidad humana próxima al área, los riesgos para la aviación (colisiones), riesgos epidemiológicos para la salud pública y problemas ocasionados a la operación industrial misma (Cook et al. 2008).

Una de las principales especies que prosperan en este tipo de actividad industrial corresponde a las gaviotas, las que debido a sus hábitos oportunistas son capaces de responder rápidamente y visitar estos ambientes modificados (Belant et al. 1995, Brousseau et al. 1996), pues ellos representan una importante fuente de alimentación (Burger & Gochfeld 1983, Yorio & Giaccardi 2002). Así, por ejemplo, se señala que algunas especies de gaviotas se han especializado en una dieta basada fundamentalmente en desperdicios (Smith & Carlile 1993, Fackelmann 1994), pues estos nutrientes favorecerían la reproducción de las aves y disminuirían la mortalidad de juveniles, en especial en épocas con escasez de alimento (Burger & Gochfeld 1983). Sibly & McCleery (1983) confirmaron, mediante análisis de la dieta de polluelos, que la alimentación proveniente de sitios con disponibilidad de basura, provee retornos energéticos mayores al de ambientes naturales. En las últimas décadas se ha señalado que algunas poblaciones de gaviotas han incrementado sus densidades en Europa y Norteamérica, lo que ha sido asociado a sus hábitos predatorios generalistas y a una conducta cleptoparasitaria (Bosch 1996).

Para el caso de Sudamérica, existen escasos antecedentes del uso espacio-temporal que ciertas aves pueden realizar en los rellenos sanitarios (Giaccardi et al. 1997), pese al amplio rango de especies que forrajean en basurales. Uno de estos estudios (Yorio & Giaccardi 2002) concluye que para rellenos sanitarios de Argentina, las principales especies asociadas corresponden a la gaviota dominicana (*Larus dominicanus* Lichtenstein), la garza boyera (*Bubulcus ibis* Linnaeus) y el tiuque (*Milvago chimango* Vieillot), todas aves presentes en Chile.

En el país se reportan alrededor de 280 rellenos sanitarios, de los cuales cinco se ubican en la Región Metropolitana, la cual alberga a seis millones de habitantes en sus 15800 km<sup>2</sup>. En esta región se genera el 50 % de los residuos producidos en el país, los que equivalen aproximadamente a 5752000 ton año<sup>-1</sup> de residuos (CONAMA 2004). En este contexto, nosotros monitoreamos las aves presentes en un relleno sanitario e hipotetizamos que (a) el relleno sanitario representa un hábitat atractivo en términos tróficos para algunas especies, lo que se refleja en una mayor abundancia de ellas, y (b) que estas especies despliegan actividades de forrajeo diferenciadas desde el punto de vista temporal y espacial, en función de su mayor o menor tolerancia a la actividad humana (operación del relleno sanitario). Nuestro trabajo buscó testear la interacción entre aves y humanos, en un ambiente que representa un interesante subsidio de nutrientes, y que permite avanzar en el conocimiento de la interacción entre la fauna silvestre y los crecientes niveles de urbanización en el país.

## MÉTODOS

El estudio se realizó en un relleno sanitario del área periurbana de la ciudad de Santiago, capital administrativa de Chile (33°31'41.47" S-70°49'52.51" W, 450 msnm). La vegetación natural corresponde al Bosque Esclerófilo Mediterráneo Andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*, el que se encuentra fuertemente degradado, al punto que ha sido transformado en un espinal dominado por *Acacia caven* (Luebert & Pliscoff 2006).

Para la observación de aves se estableció una estación de muestreo en un mirador desde el cual se tuvo una visión amplia del área de deposición de la basura y donde el relieve permitió disminuir la posibilidad de detección por parte de las aves.

Realizamos tres muestreos durante los meses de agosto de 2004 y septiembre de los años 2005 y 2006. Cada muestreo duró tres días, en donde se buscó reflejar diferentes niveles de actividad en el relleno, de acuerdo al ingreso de camiones expresado en toneladas de basura por hora, y la consiguiente operación de maquinarias en el mismo; día viernes de alta actividad (101.3 ton h<sup>-1</sup>, promedio para los días de estudio), sábado de actividad intermedia (89.56 ton h<sup>-1</sup> promedio) y domingo de baja actividad (20.52 ton h<sup>-1</sup> promedio). Durante los días de cada muestreo realizamos censos cada una hora, contando el total de aves posadas o que se encontraban volando sobre el relleno y su periferia (25 m). Los censos se efectuaron entre el amanecer y el atardecer, con el objetivo de poder estimar la fluctuación en el número máximo de aves posibles de registrar durante un día (6:00 a 19:00 h, esfuerzo de muestreo de 117 horas de observación), usando binoculares de 10 x 50. Las observaciones se complementaron con fotografías digitales de alta resolución, para un posterior conteo de control en un computador. Con lo anterior se obtuvo el número máximo de aves registrados por hora, para cada una de las especies analizadas. Además, realizamos un registro de la conducta de las aves frente a la presencia de las maquinarias durante los momentos de observación, con el objetivo de evaluar la respuesta de las aves a la actividad industrial (aversión o indiferencia) dentro de cada día de observación.

Los análisis estadísticos para comparar las abundancias de aves (máximo registro diario durante los censos respectivos) consideraron modelos de ANDEVA de dos vías, donde los años y la actividad industrial en el relleno (ambos en tres niveles) fueron considerados como factores aleatorios. Previamente se chequeo la normalidad y homocedasticidad de los datos con las pruebas de Shapiro Wilk y Levene, respectivamente (Wilkinson et al. 1996) En el caso de resultados de ANDEVAs significativos, a posteriori se aplicó la prueba de Tukey (HSD). Para examinar la relación entre actividad en el relleno sanitario (toneladas de basuras por hora) y abundancia de aves, se realizó una correlación de Pearson simple que comprendió el rango entre las 6:00 a 19:00 h (período de observación de aves). Las pruebas fueron aplicadas en R (R Development Core Team 2005). Se consideró un nivel de significancia estadística igual o menor a 0.05 para las pruebas.

## RESULTADOS

### *Depósito de residuos*

Durante agosto de 2004, el frente de trabajo (donde la basura es depositada) cubría una superficie de aproximadamente 1200 m<sup>2</sup>, en septiembre de 2005 esta alcanzó una superficie de 3200 m<sup>2</sup> y en septiembre de 2006 alcanzó una superficie de 4000 m<sup>2</sup>. La cantidad de residuos depositados diariamente en el relleno sanitario se incrementó con el tiempo, alcanzando para los días de máxima actividad a 1463 ton día<sup>-1</sup> para el año 2004, 1407 ton día<sup>-1</sup> para el 2005 y 4421 ton día<sup>-1</sup> para el 2006.

### *Aves*

Las aves más abundantes y que más usaron el relleno sanitario fueron la gaviota dominicana, el tiuque, la garza boyera y el águila (*Geranoaetus melanoleucus* Swann) en orden decreciente de abundancia.

La gaviota dominicana fue la principal ave en el relleno sanitario, alcanzando abundancias que fluctuaron entre 358 y 1950 individuos durante el día (Tabla 1). Aunque la especie no era residente en el relleno, se observó un incremento significativo en el número de gaviotas a lo largo de los años, con un promedio ( $\pm$  EE) de 1001.3  $\pm$  556.5 ( $F_{2,8} = 14.09$ ;  $P = 0.015$ ), pero no para la comparación entre niveles de actividad ( $F_{2,8} = 0.93$ ;  $P = 0.465$ ), con un promedio ( $\pm$  EE) de 3058  $\pm$  429.5. La actividad de las gaviotas fue bimodal, con un primer valor máximo de abundancia durante la mañana (9:00 a 10:00 h) y un segundo al atardecer (algo menor entre las 16:00 y 18:00 h). Al correlacionar la abundancia de gaviotas con la cantidad de toneladas de residuos que se depositaron en los días de alta actividad (Fig. 1), se observó una correlación negativa y significativa al menos para el año 2005 (correlación de Pearson  $r = -0.29$ ,  $P = 0.32$ ,  $n = 14$  para el 2004;  $r = -0.58$ ,  $P = 0.03$ ,  $n = 14$  para el 2005 y  $r = -0.46$ ,  $P = 0.1$ ,  $n = 14$  para el 2006).

### *Garza boyera (Bubulcus ibis)*

La segunda especie más numerosa para el área de depósito de residuos fue la garza boyera, de la cual se registró entre 60 y 300 individuos como número máximo durante un día (Tabla 1). Las garzas aumentaron en el tiempo pero no significativamente ( $F_{2,8} = 5.47$ ;  $P = 0.07$ ), con un promedio ( $\pm$  EE) de 176.3  $\pm$  67.7 y sus abundancias no variaron con los periodos de actividad ( $F_{2,8} = 0.24$ ;  $P = 0.79$ ), con un promedio ( $\pm$  EE) de 529  $\pm$  42.9. A diferencia de las gaviotas, las garzas no se vieron perturbadas por las labores en las horas de mayor actividad, pues en términos generales la correlación entre actividad en el relleno y abundancia de garzas fue positiva para los años 2004 y 2005, siendo significativa para el primero; en el 2006 la correlación fue ligeramente negativa y no significativa (correlación de Pearson  $r = 0.55$ ,  $P = 0.04$ ,  $n =$

14 para el 2004;  $r = 0.142$ ,  $P = 0.63$ ,  $n = 14$  para el 2005 y  $r = -0.08$ ,  $P = 0.8$ ,  $n = 14$  para el 2006). Las garzas boyeras ocupaban el relleno sanitario una vez que las gaviotas abandonaban el área, para retirarse cuando se producía el segundo valor pico de gaviotas (Fig. 2).

#### *Tiuque* (Milvago chimango)

En el área de estudio la abundancia de tiuques fluctuó entre 43 y 107 individuos como número máximo en un día (Tabla 1). De acuerdo a la comparación entre años (promedio  $\pm$  EE) de  $73.2 \pm 21.5$ ) hubo diferencias significativas ( $F_{2,8} = 13.4$ ;  $P = 0.016$ ), las que se dieron entre los años 2005 y 2006. En relación a la comparación por niveles de actividad, no se registró diferencias significativas ( $F_{2,8} = 0.9$ ;  $P = 0.44$ ), con un promedio ( $\pm$  EE) de  $219.7 \pm 17.56$ . Al igual que las garzas, los tiuques no se amedrentaron por la presencia de maquinarias y operarios en el relleno sanitario. En el 2006 (mayor cantidad de depósito de basuras), la correlación entre actividad en el relleno y abundancia de tiuques fue positiva, alta y significativa (correlación de Pearson  $r = 0.37$ ,  $P = 0.17$ ,  $n = 14$  para el 2004;  $r = 0.04$ ,  $P = 0.8$ ,  $n = 14$  para el 2005 y  $r = 0.60$ ,  $P = 0.016$ ,  $n = 14$  para el 2006).

#### *Águila* (Geranoaetus melanoleucus)

Dado su carácter de predador tope, es interesante la observación de un número importante de estas aves en el relleno sanitario, fluctuando entre nueve y once individuos al día. Preferentemente estas correspondieron a aves juveniles o inmaduras.

La abundancia de las águilas en el relleno varió significativamente entre años ( $F_{2,8} = 21.0$ ;  $P = 0.036$ ), con un promedio ( $\pm$  EE) de  $8.7 \pm 2.6$ , siendo significativas las diferencias entre los años 2004 y 2006; pero no con los niveles de actividad en el relleno ( $F_{2,8} = 7.0$ ;  $P = 0.173$ ) con un promedio ( $\pm$  EE) de  $26 \pm 4.6$ . La correlación entre actividad en el relleno y presencia de águilas fue positiva y significativa para los años 2004 y 2005 (correlación de Pearson  $r = 0.66$ ,  $P = 0.01$ ,  $n = 14$  para el 2004;  $r = 0.55$ ,  $P = 0.043$ ,  $n = 14$  para el 2005; y  $r = -0.27$ ,  $P = 0.34$ ,  $n = 14$  para el 2006).

### DISCUSIÓN

En Chile son escasos los antecedentes respecto a la actividad de aves en rellenos sanitarios. En un trabajo pionero, Schlatter et al. (1978) analizaron aspectos relacionados a la etología y carga parasitaria del jote (*Coragyps atratus*) en vertederos y plantas procesadoras de carnes. Sin duda que la creciente urbanización de Santiago y otras ciudades del país generará cambios en los ensambles faunísticos del área urbana y sus alrededores (Pavez et al. 2010).

La gaviota dominicana es una especie recocida por alimentarse de desechos de pescado y carroña (Bertellotti & Yorío 1999, Ruiz & Simeone 2001, Yorío & Bertellotti 2002). Burger (1988) señala que en Sudáfrica la especie evita los rellenos sanitarios para forrajear, a diferencia de lo observado en rellenos sanitarios de Chile (G Lobos, datos no publicados). La actividad de las gaviotas en el relleno, sugiere distintas procedencias,

TABLA 1

Máximo número de individuos registrados diariamente en relación a los niveles de actividad industrial (Alta, Media y Baja).

Maximum daily number of records, related to industrial activity (Alta: High, Media: Medium and Baja: Low).

Año	<i>Larus dominicanus</i>			<i>Bubulcus ibis</i>			<i>Milvago chimango</i>			<i>Geranoaetus melanoleucus</i>		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
2004	358	404	550	60	130	110	81	84	70	9	5	3
2005	1200	1050	800	200	200	200	50	56	43	10	11	8
2006	1500	1950	1200	300	217	170	107	78	90	11	11	10

reconociéndose un comportamiento social de “reclutamiento”, en donde los individuos de los distintos grupos se reúnen volando en círculos a gran altura, hasta que alcanzan un importante número previo a la actividad de forrajeo (Kopachena & Evans 1990). Además, el patrón de actividad bimodal ha sido

reportado por Burger (1981) para la gaviota reidora (*Larus atricilla*) en New Jersey (EE.UU.) y por Chapman & Parker (1985) para la gaviota de Bonaparte (*L. philadelphia*), gaviota californiana (*L. californicus*) y gaviota de Delaware (*L. delawarensis*) en el lago Erie (EE.UU.).

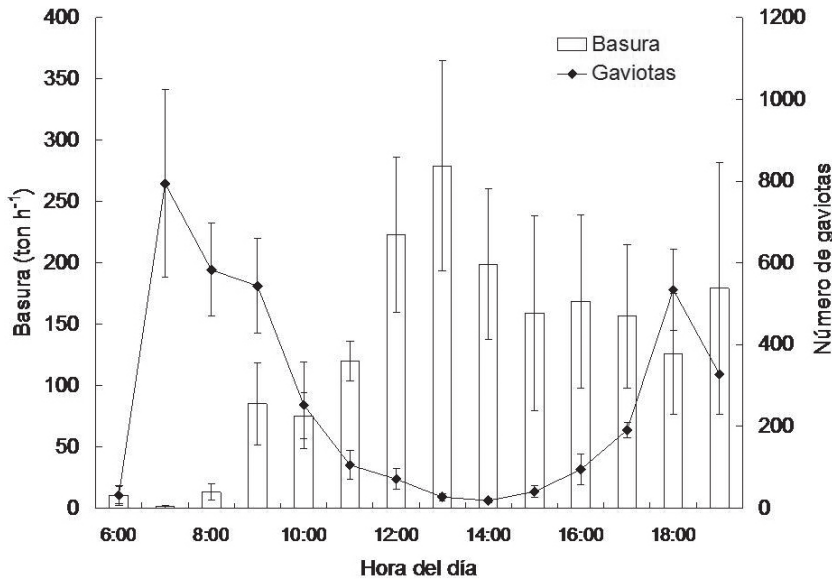


Fig. 1: Relación entre la abundancia de gaviotas dominicanas y las toneladas de basuras depositadas por hora (media ± EE de los días de mayor actividad industrial, n = 3).

Relationship between Kelp gull abundances and tons of dumped garbage per hour (mean ± SE for high activity days, n = 3).

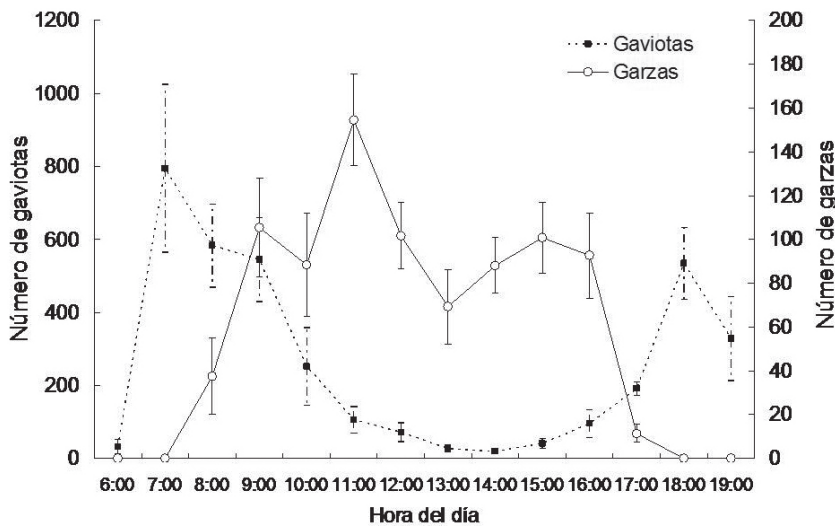


Fig. 2: Abundancia promedio ± EE de gaviotas dominicanas y garzas boyeras en el relleno sanitario (n = 3) para los días de alta actividad industrial.

Mean abundance ± SE for Kelp gulls and Cattle egret on the landfill (n = 3), for the high industrial activity days.

Respecto a la garza boyera, en Asia ella forrajea de preferencia en zonas cultivadas, mientras que en Norteamérica utiliza vertederos y campos agrícolas como sitios de alimentación (Burger & Gochfeld 1983, Robbins et al. 1983, Wong et al. 1999). El tiuque ha sido reconocido como un rapaz asociado al hombre (Egli & Aguirre 2000). En ambas especies se observó un patrón de actividad opuesto al de las gaviotas, mostrando indiferencia a las perturbaciones diarias, permaneciendo gran parte del día en las áreas de operación. En este sentido, Burger & Gochfeld (1983) sugieren que el hábito de las garzas de forrajear al lado de grandes unglados en África, las preadaptaría para alimentarse al lado de las maquinarias.

Otro aspecto interesante fue la presencia del águila en el relleno, la que corresponde a un rapaz de amplia distribución en Sudamérica (Jaksic et al. 2001). Si bien los adultos son animales territoriales y cazadores activos (Jiménez & Jaksic 1989), los juveniles sin territorio, han sido reportados como de hábitos carroñeros (Bustamante et al. 1997). Durante nuestras observaciones no registramos caza de gaviotas o garzas. No obstante, el resto de las aves se retiraban de los sitios donde se posaban las águilas, tal vez para evitar ser depredadas.

En relación a las abundancias de las aves y su relación con los niveles de actividad definidos a priori, no se observó diferencias significativas (cambios de actividad en el corto plazo), por lo tanto, solo la actividad diaria dentro del relleno afectó el forrajeo (duración) de la especie menos tolerante. Respecto al impacto de estas aves, existen escasos antecedentes en el país. Así por ejemplo, se reporta en la prensa escrita una contingencia ambiental en la que cinco individuos de cóndor (*Vultur gryphus*) murieron al ingerir desechos contaminados en un relleno sanitario cercano a Santiago. En relación a las colisiones de aves con aeronaves en Chile, ellas son proporcionalmente cercanas a las ocurridas en Estados Unidos, con una tasa de 0.49 por millón de vuelos (DGAC 2010), en relación a un 0.60 de Estados Unidos (Dolbeer 2006), donde se reporta un alto costo en reparaciones y fatalidades (Sodhi 2002).

Finalmente señalamos que la adopción de medidas de manejo simples, como mantener

un frente de trabajo reducido, cubrir al menos con lonas las áreas con basuras no compactadas y utilizar elementos sonoros disuasivos (sirenas, alarmas, explosiones, gritos de aves rapaces), deberían tener un impacto en el número de aves presentes en este tipo de sistemas y deberían ser consideradas al planificar este tipo de emprendimientos.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo fue posible en parte gracias al apoyo de becas otorgadas a G Lobos y A Alzamora por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile, CONICYT. Nosotros agradecemos la colaboración de Cristián Pérez y los interesantes y valiosos aportes de dos revisores anónimos.

#### LITERATURA CITADA

- BELANT JL, TW SEAMANS, SW GABREY & RA DOLBEER (1995) Abundance of gulls and other birds at landfills in northern Ohio. *American Midland Naturalist* 134: 30-40.
- BERTELLOTTI M & P YORIO (1999) Spatial and temporal patterns in the diet of the Kelp gull in Patagonia. *Condor* 101: 790-798.
- BOSCH M (1996) The effects of culling on attacks by Yellow-Legged gulls (*Larus cachinnans*) upon three species of herons. *Colonial Waterbirds* 19: 248-252.
- BRADSHAW AD & T McNEILLY (1981) Evolution and pollution. Edward Arnold, London.
- BROUSSEAU P, J LEFEBVRE & JF GIROUX (1996) Diet of Ring-Billed gull chicks in urban and non-urban colonies in Quebec. *Colonial Waterbirds* 19: 22-30.
- BURGER J (1981) Feeding competition between Laughing gulls and Herring gulls at a sanitary landfill. *Condor* 83: 328-335.
- BURGER J (1988) Foraging behavior in gulls: Differences in method, prey, and habitat. *Colonial Waterbirds* 11: 9-23.
- BURGER J & M GOCHFELD (1983) Behavior of nine avian species at a Florida garbage dump. *Colonial Waterbirds* 6: 54-63.
- BUSTAMANTE J, JA DONAZAR, F HIRALDO, O CEBALLOS & A TRAVAINI (1997) Differential habitat selection by immature and adult Grey Eagle - buzzards *Geranoaetus melanoleucus*. *Ibis* 139: 322-330.
- CHAPMAN BA & JW PARKER (1985) Foraging areas, techniques, and schedules of wintering gulls on southeastern Lake Erie. *Colonial Waterbirds* 8: 135-141.
- COLLINS JP, A KINZIG, NB GRIMM, WF FAGAN, D HOPE, J WU & ET BORER (2000) A new urban ecology. *American Scientist* 88: 416-425.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE CONAMA (2004) Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana: Resumen ejecutivo. Gobierno de Chile. URL: <http://www.sinia.cl/1292/article-39508.html> (accedido Marzo 6, 2008).
- COOK A, S RUSHTON, J ALLAN & A BAXTER (2008)

- An evaluation of techniques to control problem bird species on landfill sites. *Journal of Environmental Management* 41: 834-843.
- DGAC (2010) Dirección general de aeronáutica civil (Chile). Investigación de accidentes. URL: [http://www.dgac.cl/portal/page?\\_pageid=315,151679&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.dgac.cl/portal/page?_pageid=315,151679&_dad=portal&_schema=PORTAL) (accedido Octubre 20, 2010).
- DOLBEER RA (2006) Height distribution of birds recorded by collisions with civil aircraft. *Journal of Wildlife Management* 70: 1345-1350.
- EGLI MG & J AGUIRRE (2000) Aves de Santiago. Unión de Ornitólogos de Chile (UNORCH). Santiago, Chile.
- PACKELMANN KA (1994) Loafing at the landfill. *Science News* 145: 252-253.
- GIACCARDI M, P YORIO & ME LIZURUME (1997) Patrones estacionales de abundancia de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en un basural patagónico y sus relaciones con el manejo de residuos urbanos y pesqueros. *Ornitología Neotropical* 8: 77-84.
- JAKSIC FM, EF PAVEZ, JE JIMÉNEZ & JC TORRESMURA (2001) The conservation status of raptors in the metropolitan region, Chile. *Journal of Raptor Research* 35: 151-158.
- JIMÉNEZ JE & FM JAKSIC (1989) Behavioral ecology of Grey Eagle-Buzzards, *Geranoaetus melanoleucus*, in central Chile. *Condor* 91: 913-921.
- KOPACHENA JG & RM EVANS (1990) Flock recruitment in Franklin's gulls. *Colonial Waterbirds* 13: 92-95.
- LUEBERT F & P PLISCOFF (2006) Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- MACK RN, D SIMBERLOFF, WM LONSDALE, H EVANS, M CLOUT & F BAZZAZ (2000) Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- PAVEZ EF, GA LOBOS & FM JAKSIC (2010) Cambios de largo plazo en el paisaje y los ensambles de micromamíferos y rapaces de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 99-111.
- PICKETT STA, ML CADENASSO, JM GROVE, CH NILON, RV POUYAT, WC ZIPPERER & R COSTANZA (2001) Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127-157.
- PIMENTEL D, L LACH, R ZUÑIGA & D MORRISON (2000) Environmental and economic cost of non-indigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53-65.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2005) Royal: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org> (accedido Octubre 20, 2010).
- REES WE (1996) Revisiting carrying capacity: Area-based indicators of sustainability. *Population and Environment* 17: 195-215.
- ROBBINS CS, B BRUUN & H S ZIM (1983) Birds of North America, a guide to field identification. Golden Books Publishing Company, Inc., New York.
- RUIZ J & A SIMEONE (2001) Feeding by Kelp gulls on rodents during a mouse outbreak at an inland area in southern Chile. *Waterbirds* 24: 118-120.
- SANDERSON EW, M JAITEH, MA LEVY, KN REDFORD, AV WANNEBO & G WOOLMER (2002) The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52: 891-904.
- SCHLATTER R, G REINHARDT & L BURCHARD (1978) Estudio del jote (*Coragyps atratus foetens*, Lichtenstein) en Valdivia: Etología carroñera y rol en diseminación de agentes patógenos. *Archivos de Medicina Veterinaria (Chile)* 10: 111-127.
- SIBLY RM & RH McCLEERY (1983) The distribution between feeding sites of Herring gulls breeding at Walney island, UK. *Journal of Animal Ecology* 52: 51-68.
- SMITH GC & N CARLILE (1993) Food and feeding ecology of breeding Silver gulls (*Larus novaehollandiae*) in urban Australia. *Colonial Waterbirds* 16: 9-16.
- SODHI NS (2002) Competition in the air: Birds versus aircraft. *Auk* 119: 587-595.
- WILKINSON L, G BLANK & C GRUBER (1996) Desktop data analysis with SYSTAT. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- WILLIAMSON MH & A FITTER (1996) The varying success of invaders. *Ecology* 77: 1661-1666.
- WONG LC, RT CORLETT, L YOUNG & JSY LEE (1999) Foraging flights of nesting egrets and herons at a Hong Kong egretty, South China. *Waterbirds* 22: 424-434.
- YORIO P & M BERTELLOTTI (2002) Espectro trófico de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en tres áreas protegidas de Chubut, Argentina. *Hornero (Argentina)* 17: 91-95.
- YORIO P & M GIACCARDI (2002) Urban and fishery waste tips as food sources for birds in northern coastal Patagonia, Argentina. *Ornitología Neotropical* 13: 283-292.

Editor Asociado: Mario George-Nascimento

Recibido el 2 de julio de 2010; aceptado el 18 de enero de 2011

