

Aves y aeropuertos: control no letal de Chimangos (Milvago chimango)

en un aeródromo militar de Argentina

Birds and airports: non lethal control of Chimango caracara (Milvago chimango)

in a military airport of Argentina

Recibido para evaluación: 10 de Octubre de 2010

Aceptación: 06 de Abril de 2011

Recibido versión final: 28 de Noviembre de 2012

RESUMEN

La concentración de aves cerca de pistas de aviación ha aumentado el riesgo de accidentes aéreos. En varios países se llevan a cabo programas de monitoreo y control de aves en aeropuertos. En Argentina, existen antecedentes aislados en esta temática, aunque se han registrado algunos incidentes. Dos de ellos fueron en el aeródromo de Campo de Mayo, donde se realizó este trabajo. Allí, la especie potencialmente más riesgosa es el Chimango (*Milvago chimango*). Nuestro objetivo fue evaluar la efectividad de la pirotecnia como técnica de control sobre el Chimango durante dos años consecutivos. En la primera aplicación de estas medidas se obtuvo un 80% de éxito en el bloqueo del tránsito de chimangos sobre la pista y un 100% de efectividad en el ahuyentamiento de los grupos que pernoctaban en el área, no volviendo a registrarse individuos pernoctando durante 284 días. Este descenso fue estadísticamente significativo. Los grupos que volvieron a utilizar el predio para pernoctar fueron mucho menos abundantes que el inicial, y aunque mostraron un cierto acostumbramiento a la pirotecnia, la cantidad de días de control fue generalmente menor en los subsecuentes controles. El tiempo que los chimangos tardaron en retornar a pernoctar estuvo positivamente correlacionado con la duración de las campañas de control, y negativamente correlacionado con el número de días de interrupción durante la campaña de control previa. Este es el primer caso registrado de Chimango como una especie riesgosa para la aeronavegación, y es el primer reporte de un método de control no letal exitoso para esta especie.

Palabras clave: peligro aviario, aeropuertos, Chimango, *Milvago chimango*, Argentina.

ABSTRACT

The congregation of certain bird species near aircraft runways has increased the strike hazards. Monitoring-control plans for birds in airports have been done in several countries. Although the antecedents of such problems in Argentina are isolated cases, some incidents have been recorded. Two of them occurred in the Campo de Mayo airport, where this work was performed. At that site, the potentially most hazardous species was the Chimango caracara (*Milvago chimango*). Our objective was assessing fireworks effectiveness as a control method over Chimango caracara during two consecutive years. At the first implementation, this method showed 80% success in block of animals from overflying the runway and 100% effectiveness for removal of overnight roosting bird flocks, no overnight roosting individuals were recorded during 284 days. This decrease was statistically significant. The flocks that returned to the area to roost were much smaller, and although some habituation to pyrotechnics as deterrents occurred, the numbers of control days was generally smaller than next control periods. The lapse of the Chimango caracara delaying to return to roost was positively correlated with control period duration, and negatively correlated with the number of days interruptions during the previous control period. This is the first record of Chimango caracara as a bird strike hazard species, and the first effective non-lethal control technique report for this species.

Keywords: bird strike hazard, airports, Chimango caracara, *Milvago chimango*, Argentina.

Germán Marateo^{1,3}

Pablo G. Grilli^{2,4}

Guillermo E. Soave^{2,4}

Vanina Ferretti^{1,5}

Nancy M. Bouzas^{1,6}

Ramiro Almagro^{1,7}

1. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

2. Sección Ornitología, División Zoología Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

3. Doctor en Ciencias Naturales, Docente Investigador.

4. Licenciado en Biología, Docente Investigador.

5. Licenciada en Biología, Docente. Dirección actual: Av. Arana 949, Villa Elisa (1894), La Plata, Argentina.

6. Licenciada en Biología. Dirección actual: Calle 3 N° 246, dpto. 2° f, La Plata (1900), Argentina.

7. Licenciado en Biología. Dirección actual: Calle 495 N° 3080, Gonnet (1897), La Plata, Argentina.

Enviar correspondencia a: Germán Marateo, calle 2 n° 1726, (1900) La Plata, Argentina. Tel. 0054-221-4833198. E-mail: gmarateo@yahoo.com

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas, la presencia de grandes bandadas de aves dentro y en la vecindad de los aeropuertos ha contribuido al incremento de accidentes aeronáuticos alrededor del mundo (Sodhi, 2002). Los aeropuertos son áreas atractivas para algunas especies de aves porque poseen grandes espacios abiertos con pastizales, rodeados por edificios y arboledas de diversa altura, que proveen recursos como alimento, sitios de nidificación y/o resguardo y sitios de descanso (Froneman, 2000; Sodhi, 2002; Cleary & Dolbeer, 2005).

Cerca del 54% de las colisiones de aviones con aves en la aviación militar y 90% en la aviación civil ocurren en la pista de aterrizaje o en sus inmediaciones (Smith, 1986; Neubauer, 1990; Cleary, Wright & Dolbeer, 1999). La Organización Internacional de Aviación Civil ha instado a todos los países a evaluar el riesgo aviario en aeropuertos y a desarrollar programas de control y manejo adecuados (ICAO, 2001).

Los planes de manejo son tan variados como los aeropuertos donde son aplicados, por ende cualquier programa de control y manejo exitoso debe resultar del estudio y evaluación llevado a cabo en cada aeropuerto en particular. Existe una amplia variedad de métodos de control de aves para aplicar en aeropuertos: modificación de hábitat, luces potentes, láser, halcones y perros entrenados, cañones de propano, pirotecnia, repelentes químicos, réplicas de predadores, etc. (Hygnstrom, Timm & Larson, 1994; Carter, 2000; Blackwell, Bernhardt & Dolbeer, 2002; Barras & Seamans, 2002; Cleary & Dolbeer, 2005).

El manejo del hábitat es el mejor método de control a largo plazo, pero no garantiza el control total. En la mayoría de las situaciones, es necesario combinar dicha técnica con la dispersión activa de las aves (Barras & Seamans, 2002; Cleary & Dolbeer, 2005).

Las especies de aves relativamente más grandes y pesadas son las de mayor riesgo de accidentes para los aviones, ya que tienden a causar daños más significativos y aumentan la probabilidad de producir accidentes debido a sus mayores fuerzas de impacto (Dolbeer, Wright & Cleary, 2000). Las gaviotas, algunas aves rapaces (e.g. halcones y águilas) y los gallinazos (familia Cathartidae) son algunas de las aves más peligrosas para la seguridad aeronáutica (Dolbeer Wright & Cleary, 2000; Krupka, 2000; Thorpe, 2008).

El Chimango (*Milvago chimango*) es una especie ampliamente distribuida en el Cono Sur de Sudamérica (Narosky & Yzurieta, 2003; Rodríguez Mata, Erize & Rumboll, 2006) y abundante en el centro y sur de Argentina, ocurriendo en un amplio rango de hábitats, especialmente en áreas abiertas como estepas, sabanas, y áreas con fuerte influencia humana (Canevari et al., 1991; Narosky & Di Giacomo, 1993; Bellati, 2000). Es una especie altamente gregaria y versátil en términos de alimentación y uso de hábitats (Yáñez, Núñez & Jaksic 1982; Willis, 1994; Morrison & Phillips, 2002; Biondi, Bó & Favero, 2005).

De acuerdo a un estudio preliminar de evaluación del riesgo potencial de accidentes de aeronaves con aves en el sitio de estudio del presente trabajo, el Chimango fue la especie más abundante (~95% del total) y con un patrón de actividad y uso del aeródromo claramente diferenciado al de las otras especies mucho menos abundantes. Un gran grupo de chimangos utilizaba los pastizales de los alrededores de la pista de aterrizaje del aeropuerto sólo como lugar de pernocte, además de sobrevolar la pista en su llegada al predio al atardecer y en su partida al amanecer. Además, dos accidentes recientes con un avión y un helicóptero estuvieron ocasionados por esta especie.

Este trabajo es parte del Programa de Control de Aves en Rellenos Sanitarios y Áreas Aledañas (ProCoA). Los objetivos del ProCoA son diagnosticar el riesgo aviario en la aeródromo de Campo de Mayo, identificar y controlar las principales especies problema, establecer lineamientos para el manejo espacial del área para que el aeródromo se vuelva menos atractivo para las especies problema, y mantener un programa de monitoreo para evaluar el éxito de las medidas implementadas y registrar la duración de su efectividad.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la efectividad del uso de una técnica de control no letal (i.e. pirotecnia) sobre el Chimango durante dos años consecutivos.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El aeródromo de Campo de Mayo está localizado en el área del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina ($34^{\circ}32'04.80''$ S – $58^{\circ}40'17.63''$ W). El área incluye zonas menores descampadas, centros urbanos densamente poblados, y antiguos rellenos sanitarios actualmente forestados. La pista de aterrizaje tiene 1800 m de largo, y está rodeada por parches de pastizal bajo denominados “paños verdes” (Fig. 1) que en conjunto alcanzan las 110 Ha. Los paños verdes están limitados por sectores pavimentados (rodajes) usados para trasladar los aviones dentro y fuera de la pista de aterrizaje. La altura de los pastizales de los paños verdes varía entre los 10 y los 100 cm de cuerdo al estado del mantenimiento de los diferentes parches.

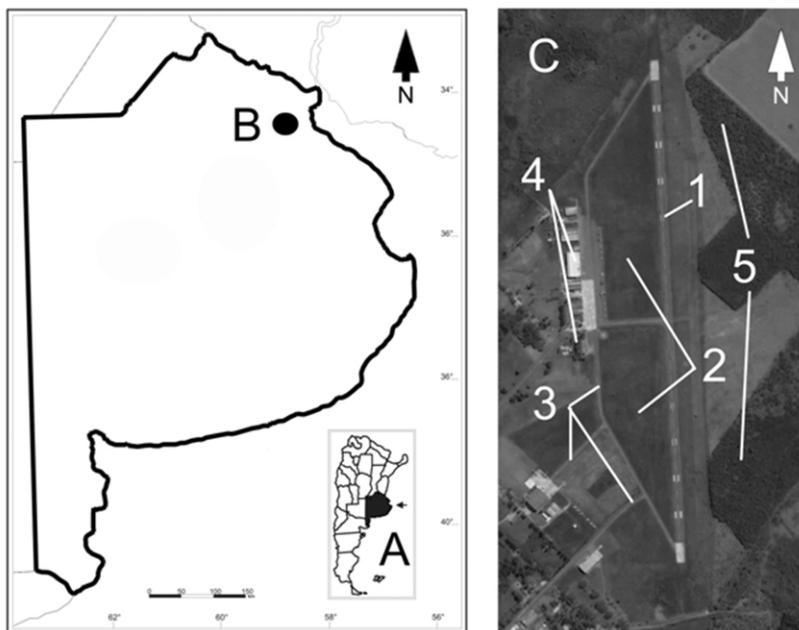


Figura 1. Localización geográfica de la provincia de Buenos Aires, Argentina (A) mostrando la localización del aeródromo de Campo de Mayo (B); imagen satelital del aeródromo de Campo de Mayo (C) mostrando la pista de aterrizaje (1), paños verdes (2), rodajes (3), hangares y edificios (4) y áreas forestadas (5).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Muestreo y control

En Octubre y Noviembre de 2004 realizamos una evaluación piloto en el aeródromo y sus alrededores para identificar el riesgo potencial (debido a la abundancia, comportamiento y agregación en el área) del Chimango para las operaciones aéreas.

Durante la evaluación piloto registramos unos 3000 chimangos visitantes diarios en Noviembre de 2004, y más de 6000 individuos en Abril de 2005 antes de comenzar con las tareas de control. Estos chimangos visitantes diarios sólo utilizaban los paños verdes para pernoctar, es decir, llegaban durante el comienzo del atardecer para pasar la noche en estas zonas del aeropuerto, retirándose al amanecer.

Se seleccionó el uso de pirotecnia (cañitas voladoras productoras de luces y estruendo y foguetas 3 tiros) como técnica de control no letal contra los chimangos visitantes diarios para minimizar el riesgo potencial de accidentes con las aeronaves.

Entre el 3 de Abril de 2005 y el 31 de Mayo de 2007 realizamos 21 campañas de control: 16 campañas nocturnas (43 días totales) (en todos los casos en los que registramos chimangos pernoctantes) y 5 campañas al atardecer (12 días totales) (para los casos en los que los chimangos atravesaban la pista de aterrizaje al arribar al aeródromo). Cada campaña de control consistió en 1 a 6 días totales, y comprendieron un total de 55 días de control. Debido a condiciones climáticas adversas

y a problemas logísticos, los períodos de control de chimangos pernoctantes fueron interrumpidos en 8 ocasiones por períodos de 1 a 5 días.

Las tareas de control fueron realizadas durante las primeras tres horas de la noche para los individuos pernoctantes, o hasta que no quedaran chimangos en la zona del aeródromo, y durante el atardecer (últimas dos horas antes de la puesta del sol) para los individuos que arribaban a la zona y atravesaban la pista de aterrizaje.

Primeramente se procedió a realizar controles sobre los chimangos pernoctantes. Si éstos no eran registrados en posteriores monitoreos intentando permanecer en los paños verdes para pernoctar, pero eran registradas altas abundancias de chimangos sobrevolando la pista de aviación como zona de paso hacia otros sitios de pernocte, se procedía a realizar controles sobre estos últimos.

Durante la primera campaña de control (6 días totales), los chimangos pernoctantes fueron dispersados por ocho personas con elementos pirotécnicos que se dispusieron en forma equidistantes entre sí en las inmediaciones del paño verde donde la bandada de la especie descansaba. A partir de la segunda campaña de control, los chimangos fueron dispersados por dos personas.

El control sobre los chimangos que sobrevolaban la pista de aterrizaje fue realizado por tres personas dispuestas en forma equidistantes y abarcando toda la longitud de la pista. A medida que iban llegando las aves se activaban los diferentes artefactos pirotécnicos hacia las aves en vuelo.

Después de la conclusión de cada campaña de control, fueron realizados monitoreos periódicos en un total de 69 días, diferentes de los días de control. Los monitoreos consistieron en el conteo del número de chimangos que llegaban al aeródromo atravesando la pista de aterrizaje al atardecer, y del conteo del número de chimangos que intentaban pernoctar en el mismo.

Los conteos de chimangos que sobrevolaban la pista de aterrizaje fueron realizados por tres personas distribuidas en forma equidistantes a lo largo de la pista de aterrizaje y cubriendo toda su longitud. Las aves fueron contadas desde dos horas antes del atardecer, hasta los últimos minutos de luz solar, cuando no arribaron más individuos.

Los conteos de chimangos que intentaban pernoctar en los paños verdes fueron realizados por una persona en las cercanías del área de pernocte, desde dos horas antes del atardecer hasta los últimos minutos de luz solar (cuando ya no arribaron más individuos).

3.2. Análisis de datos

Las variaciones de abundancia a lo largo del tiempo fueron evaluadas como una serie temporal sujeta a intervención que constituyó el comienzo de las medidas de control. La abundancia se modeló en función del tiempo, e incluyó un término autorregresivo de retardo 1 y el término de intervención (Rasmussen et al., 1993). El término de intervención representa el cambio de la media producido antes y después del comienzo de las actividades de control. Los términos de la serie fueron estimados por regresión lineal múltiple en la cual la intervención se representó como una variable indicadora con valor 0 y 1 para las fechas anteriores y posteriores a la intervención respectivamente.

Se analizó mediante regresión lineal múltiple (backward stepwise), si el número de individuos pernoctantes en la PACM, y el tiempo de retorno de los mismos, estuvo relacionado con el número de días de aplicación en el control inmediatamente anterior a cada fecha de monitoreo y con las interrupciones de dichas medidas de control. Para el análisis se tomaron las variables número de días de aplicación, presencia de interrupciones, y número de días de interrupción, como variables independientes; mientras que el número de individuos pernoctantes y el tiempo de retorno de los mismos fueron tomados como variables dependientes. Las variables fueron previamente transformadas ($\log_{10} + 1$), pues el modelo se ajustó mejor que con las variables sin transformar.

4. RESULTADOS

En la evaluación piloto, y en los monitoreos posteriores a los controles, los chimangos visitantes diarios arribaron a la PACM principalmente desde el sector Este, concentrándose cerca de los hangares y otras edificaciones del aeródromo, para luego pernoctar en los paños verdes.

Durante la primera campaña de control, los chimangos pernoctantes respondieron gradualmente a la pirotecnia (Fig. 2). La bandada se mantuvo en el aeródromo durante varias horas de la noche, moviéndose entre los paños verdes. El número de chimangos decreció gradualmente durante los siguientes días de control y los individuos fueron gradualmente más fáciles de ahuyentar. A partir del tercer día de control, todos los individuos dejaron el aeródromo luego de unos pocos minutos de aplicada la pirotecnia. Durante esta primera campaña de control, la pirotecnia fue 80% exitosa en bloquear el arribo de chimangos al aeródromo y 100% efectiva en impedir el pernocte de los mismos luego de 5 días de control (Fig. 2). De allí en adelante, la cantidad de días de control fue generalmente menor en las subsecuentes campañas de control (Figs. 2 y 3).

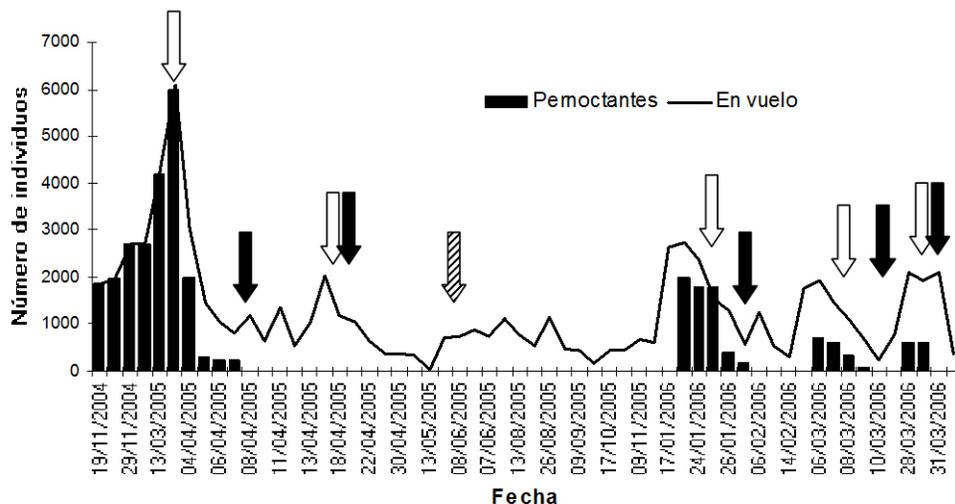


Figura 2. Performance de la técnica de control sobre los chimangos pernoctantes en los paños verdes y en vuelo sobre la pista de aterrizaje durante el período Abril de 2005 a Marzo de 2006, en el aeródromo de Campo de Mayo. Las flechas claras y oscuras indican el comienzo y el final de cada campaña de control, respectivamente. La flecha rayada indica el comienzo y el final del control en un mismo día.

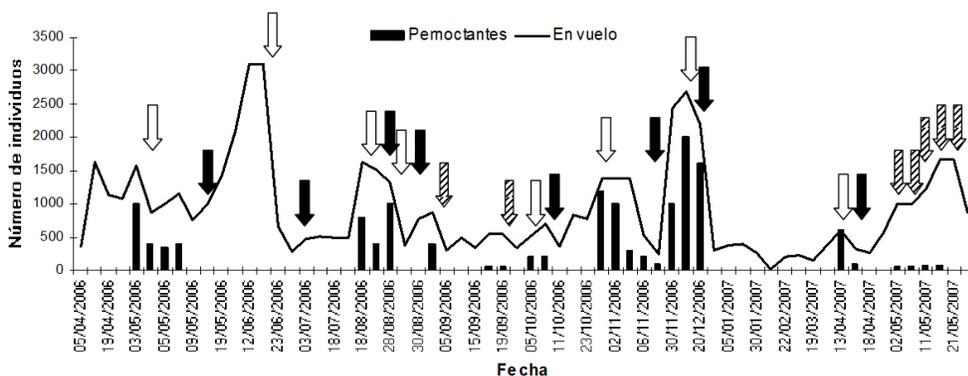


Figura 3. Performance de la técnica de control sobre los chimangos pernoctantes en los paños verdes y en vuelo sobre la pista de aterrizaje durante el período Abril de 2006 a Mayo de 2007, en el aeródromo de Campo de Mayo. Las flechas claras y oscuras indican el comienzo y el final de cada campaña de control, respectivamente. Las flechas rayadas indican el comienzo y el final de los controles en un mismo día.

Entre el 8 de Abril y el 17 de Enero de 2006 (28 días de monitoreo en 284 días) ningún individuo fue registrado intentando pernoctar en el aeródromo. Durante este período la pirotecnia fue utilizada como método de control en dos ocasiones sólo para ahuyentar a los chimangos que arribaban al aeródromo sobrevolando la pista de aterrizaje al atardecer.

El 23 de Enero de 2006 registramos 2751 individuos sobrevolando la pista de aterrizaje y 2000 individuos pernoctando en uno de los paños verdes. El control del 25 de Enero redujo el número de chimangos a 1524 individuos que sobrevolaron la pista de aterrizaje (45% de reducción) y una reducción completa (100%) del número de individuos pernoctantes (Fig. 2). El tráfico promedio de chimangos fue reducido a 68% con respecto al número de individuos registrados antes de la primera campaña de control.

Fueron registrados dos tipos de comportamiento en los chimangos como resultado del control

sobre los individuos que sobrevolaban la pista de aterrizaje: algunos individuos giraban en vuelo y se volvían en la misma dirección en la que venían, mientras que la mayoría seguían en dirección Oeste alejándose del aeródromo.

El descenso del número de chimangos que arribaban y pernoctaban en la zona el aeródromo después de la primera campaña de control fue estadísticamente significativo (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Términos de la serie temporal estimada por análisis de regresión múltiple, para la evaluación de la pirotecnia como medida de control de chimangos pernoctantes en el aeródromo de Campo de Mayo, Argentina.

Variable	B	Valor p	R ² ajustado	F(2.53)	Valor p
Intercepción	2281.8	0.0000000001	0.81	114.61	<0.00001
Variable Dummy	-2209.2	0.0000000006			
Variable Autoregresiva	0.458	0.00000005			

Variable	B	Valor p	R ² ajustado	F(2.54)	Valor p
Intercepción	2154.78	0.00000005	0.63	49.39	<0.00001
Variable Dummy	-1705.49	0.000005			
Variable autoregresiva	0.51	0.0000005			

Tabla 2. Términos de la serie temporal estimada por análisis de regresión múltiple, para la evaluación de la pirotecnia como medida de control de chimangos que sobrevuelan la pista de aterrizaje en el aeródromo de Campo de Mayo, Argentina.

4.1. Comparación entre los dos años de control

En el primer año (Abril de 2005 a Marzo de 2006) fueron realizadas 6 campañas de control (4 nocturnos y 2 al atardecer) comprendiendo 21 días totales (Fig. 2). El promedio de chimangos pernoctantes fue de 344 individuos (± 954 , rango= 0-6000), y el promedio de chimangos sobrevolando la pista de aterrizaje fue de 1162 individuos (± 991 , rango= 18-6101).

En el segundo año (Abril de 2006 a Marzo de 2007) fueron realizadas 8 campañas de control (7 nocturnos y 1 al atardecer) en 30 días totales (Fig. 3). El promedio de chimangos pernoctantes fue de 235 individuos (± 448 , rango= 0-2000), y el promedio de chimangos sobrevolando la pista de aterrizaje fue de 931 individuos (± 743 , rango= 13-3108).

Los chimangos tardaron un promedio de 113,3 días en retornar a pernoctar al aeródromo durante el primer año de control, mientras que tardaron un promedio de 43,9 días durante el segundo año de control.

El número de chimangos pernoctantes no estuvo relacionado con las variables seleccionadas, sin embargo, el tiempo que estas aves tardaron en retornar a pernoctar estuvo positivamente correlacionado con la duración de las campañas de control, y negativamente correlacionado con el número de días de interrupción durante la campaña de control previa (Tabla 3). Es decir, cuanto más tiempo fueron realizados los controles, y más cortas fueron las interrupciones de cada campaña de control, más tardaron los chimangos en retornar a pernoctar al aeródromo. El modelo de regresión explicó el 54% de la variación de los datos, por ende otros factores explicarían la variación remanente.

Tabla 3. Resultados de la regresión lineal múltiple del tiempo de retorno de chimangos pernoctantes al aeródromo de Campo de Mayo contra tres variables indicadoras seleccionadas. Se muestran sólo las variables con valores significativos.

Variable	B	Valor p	R ² ajustado	F(2.13)	Valor p
Intercepción	0.916	0.0044	0.54	9.8850	<0.0025
Nº de días de control en la campaña de control previa	1.277	0.0088			
Nº de días de interrupción en la campaña de control previa	-0.751	0.0145			

5. DISCUSIÓN

A pesar que el Chimango es una especie moderadamente gregaria, incluso llegando a formar laxas colonias de nidificación (Fraga & Salvador, 1986), las bandadas observadas en el aeródromo de Campo de Mayo son mucho mayores que las registradas previamente, y representaron un alto riesgo para las operaciones aéreas. Sólo existe una referencia de un grupo muy numeroso, aunque sin precisar, en un campo agrícola donde los chimangos se alimentaron de larvas del escarabajo torito (*Abderus anomalus*) que quedaban disponibles luego de la labranza de la tierra (Casal, 1949).

Aunque algunas aves de presa diurnas han sido mencionadas como de alto riesgo para la aviación (Satheesan & Satheesan, 2000; Lensink et al., 2000; Dolbeer, Wright & Cleary, 2000; Bloise

et al., 2003; DeVault et al., 2005) es la primera vez que el Chimango está involucrado en accidentes con aeronaves, como así también el primer reporte de un método de control no letal exitoso para esta especie.

Es común que las concentraciones de aves de presa en las inmediaciones de las pistas de aterrizaje estén restringidas a momentos específicos del año, tales como la estación reproductiva o eventos de migración (Bloise et al., 2003). En nuestro trabajo, el Chimango mostró un uso diferente del área del aeródromo estudiado; esta especie explotó las extensas áreas de pastizales (i.e. paños verdes) como lugar de descanso nocturno a lo largo de todo el año.

Según Sodhi (2002) uno de los problemas más frecuentes en el control de aves es la "habitación", es decir que las aves se acostumbran a las medidas de control utilizadas para ahuyentarlas en circunstancias similares, incluyendo la pirotecnia. El mismo autor enfatiza que las medidas de control son usualmente efectivas por un máximo de seis semanas. Sin embargo, en nuestro trabajo la pirotecnia fue efectiva para ahuyentar completamente a los chimangos pernoctantes durante un período mucho más largo, y también fue efectiva en prevenir su reaparición. En concordancia parcial con Sodhi (2002), la habitación a la pirotecnia como medida de control parece haber comenzado después de la segunda campaña de control, ya que fueron necesarias tres campañas de control en un lapso de sólo 90 días, y esta posible habitación continuó durante los controles del segundo año de trabajo. Sin embargo, el tiempo necesario para ahuyentar a todos los individuos fue considerablemente acortado.

Se podría argumentar que el descenso de la efectividad de la pirotecnia como medida de control de los chimangos pernoctantes fue parcial debido a las interrupciones que ocurrieron durante algunas de las campañas de control, no ahuyentando completamente a todos los individuos. Entre Abril de 2005 y Mayo de 2006, fueron realizadas 5 campañas de control de chimangos pernoctantes con una única interrupción de 2 días de duración, mientras que entre Junio de 2006 y Mayo de 2007 hubo 7 interrupciones de entre 2 y 5 días de duración en 11 campañas de control. A pesar que no encontramos relación entre el número de chimangos pernoctantes y la interrupción de las medidas de control, hubo una relación significativa entre el tiempo de retorno de los chimangos pernoctantes y la duración de los períodos de control, como así también con la duración de las interrupciones en el período de control previo.

En adición, es razonable considerar que no todos los chimangos que fueron ahuyentados durante el segundo año de control fueron necesariamente los mismos individuos que fueron ahuyentados durante el primer año, ya que posiblemente hayan sido reclutados individuos juveniles nuevos durante el segundo año que nunca hayan estado expuestos a tal situación de estrés anteriormente en el aeródromo.

Más allá de una cierta habitación de esta especie a la pirotecnia como técnica de control, el número de días de control requeridos para ahuyentar a todos los individuos pernoctantes fue reducido entre la primera campaña de control y las siguientes, especialmente durante el segundo año. Similarmente, la duración diaria de cada campaña de control decreció considerablemente.

Estos resultados muestran que, a pesar que existe algo de habitación, el Chimango responde a la pirotecnia como método de control. La performance del método aparentemente mejora con el mayor estrés producido, es decir cuando la duración de cada período de control es mayor y hay menos interrupciones dentro de cada campaña de control.

La pirotecnia como método de control también fue efectiva para reducir el número de chimangos que sobrevolaban la pista de aterrizaje, pero sólo para relativamente altos números de individuos (>1000 indiv.). Esto indica que el número de chimangos que sobrevuelan el aeródromo como parte de sus rutas de vuelo puede ser descendido, pero no completamente eliminado, por medio de pirotecnia.

El uso de pirotecnia fue altamente efectivo para controlar los chimangos a corto y mediano plazo (i.e. dos años de aplicación), al menos en las circunstancias particulares de este trabajo. Esta es una técnica de bajo costo que podría ser más útil como medida de control complementaria dentro de un programa de manejo integrado para especies silvestres en aeropuertos.

Es probable que otros métodos de disturbo sonoro también puedan ser efectivos como métodos de control (e.g. cañones de propano). Métodos pasivos, como la modificación de hábitat han sido propuestos y utilizados para hacer los aeropuertos menos atractivos para las especies de aves

peligrosas para la aviación (Smith, 1986; Transport Canada, 1994; Sodhi, 2002; Barras & Seamans, 2002; Cleary & Dolbeer, 2005). Planes de manejo de largo plazo deberían integrar estudios a nivel regional de dieta, home-range, y otros aspectos relevantes de la biología de las especies consideradas peligrosas para la aviación de un aeropuerto en particular (DeVault et al., 2005).

Considerando esta experiencia como una primera aproximación al control de aves rapaces diurnas, cabe esperar que la técnica se pueda adaptar a la reducción del riesgo de colisiones en aquellos casos en que, además de las vidas humanas, exista la posibilidad de afectar poblaciones naturales de especies de rapaces diurnas con problemas de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del Programa de Control de Aves en Rellenos Sanitarios y Áreas Aledañas (ProCoA), creado bajo el requerimiento de CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) y el Comando de Aviación del Ejército Argentino (Estación del Ejército de Campo de Mayo). Agradecemos a CEAMSE por considerar nuestro proyecto y por el apoyo financiero. Agradecemos especialmente al Ing. Marcelo Rosso. Marcelo Arturi nos ayudó con los análisis estadísticos. A Ignacio Areta, Igor Berkunsky, Rodolfo Bruzzone, Lucas Bustos, Martín Ciancio, Carlos Darrieu, Valeria Garritano, Inés Godoy, Guillermo Grilli, Roberto Jensen, Federico Kacoliris, Mariano Lucía, Lucas Marti, Luis Pagano, Paolina Pelichotti, Luciano Pereyra, Federico Ritcher, Ignacio Roesler, Roman Ruggera, Gustavo Segura, Luciano Segura y Sergio Seipke por la asistencia en el campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Barras, S.C. & Seamans, T.W. 2002. Habitat Management Approaches for Reducing Wildlife Use of Airfields. En: 20^o Vertebr. Pest Conf., M. Timm & R.H. Schmidt (eds.), University of California, Davis, USA, pp. 309-315.
- Bellati, J. 2000. Comportamiento y Abundancia Relativa de Rapaces de la Patagonia Extraandina Argentina. *Ornitología Neotropical* 11: 207-222.
- Biondi, L.M., Bó, M.S. & Favero, M. 2005. Dieta del Chimango (*Milvago chimango*) durante el período reproductivo en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ornitología Neotropical* 16: 31-42.
- Blackwell, B.F., Bernhardt, G.E. & Dolbeer, R.A.. 2002. Lasers as nonlethal avian repellents. *Journal of Wildlife Management* 66: 250-258.
- Bloise, C., Reis, S., Miravent, V., Cabral, H. & Rufino, R. 2003. Diurnal local bird movements in the area of the New Lisbon Airport. *International Bird Strike Committee, Warsaw*.
- Canevari, M., Canevari, P., Carrizo, R., Harris, G., Rodríguez Mata, J. & Straneck, R.J. 1991. Nueva Guía de las Aves Argentinas. Fundación ACINDAR, Buenos Aires.
- Carter, N.B. 2000. The use of border collies in avian and wildlife control programs. *Wildlife Damage Management Conference Proceeding*. University of Nebraska, Lincoln.
- Casal, P.S. 1949. Chimangos y gaviotas. *Hornero* 9: 96-97.
- Cleary, E.C., Wright, S.E. & Dolbeer, R.A. 1999. Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990-1998. U.S. Federal Aviation Administration, Washington, D.C.
- Cleary, E.C. & Dolbeer, R.A. 2005. *Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel* 2nd edition. U.S. Department of Agriculture and U.S. Federal Aviation Administration, Sandusky, OH. and Washington D. C.
- Devault, T.L., Reinhart, B.D., Lehr Brinsbin JR., I. & Rhodes Jr., O.E. 2005. Flight behavior of Black and Turkey Vultures: Implications for reducing bird-aircraft collisions. *Journal of Wildlife Management* 69: 601-608.

- Dolbeer, R.A., Wright, S.E. & Cleary, E.C. 2000. Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. *Wildlife Society Bulletin* 28: 372-378.
- Fraga, M.R. & Salvador, S.A. 1986. *Biología Reproductiva del Chimango (Polyborus chimango)*. *Hornero* 12: 223-229.
- Froneman, A. 2000. *Towards the Management of Birds hazards on South African Airports*. International Bird Strike Committee, Amsterdam.
- Hygnstrom, S.E., Timm, R.M. & Larson, G.E. Eds. 1994. *Prevention and control of wildlife damage*. University of Nebraska-Lincoln. 2 vols.
- ICAO. 2001. *Airport services manual. Seminar on bird hazards, environmental protection and land use at airports for the NAM/CAR/SAM Regions*, Miami.
- Krupka, R. 2000. *Collisions of the Czech Air Forces' aircraft with birds during 1993-1999*. International Bird Strike Committee, Amsterdam.
- Küester, E. 2000. *Man-made wetlands and flight safety*. International Bird Strike Committee, Amsterdam.
- Lensink, R., Poot, M.J.M., Tulp, I., van der Winden, J., Dirksen, S., De Hoon, A. & Buurma, L.S. 2000. *Birds densities in the lower air layers, a case study on Eindhoven Airport 1998/99*. International Bird Strike Committee, Amsterdam.
- Narosky, T. & Di Giacomo, A.G. 1993. *Las aves de la provincia de Buenos Aires: Distribución y Estatus*. Vázquez Mazzini Editorial y Literature Of Latin America, Buenos Aires.
- Narosky, T. & Yzurieta, D. 2003. *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay*. Edición de Oro. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- Neubauer, J.C. 1990. Why birds kill: Cross-sectional analysis of U. S. Air Force bird strike data. *Aviation, Space and Environmental Management* 61: 343-348.
- Rasmussen, P.W., Heisey, D.M., Nordheim, E.V. & Frost, T.M. 1993. Time-series intervention analysis: unreplicated large-scale experiments. En: *Design and analysis of ecological experiments*, S.M. Scheiner & J. Gurevitch (eds.), Chapman and Hall, New York, pp. 138-158.
- Rodríguez Mata, J., Erize, F. & Rumboll, M. 2006. *Guía de campo Collins. Aves de Sudamérica. No Passeriformes*. Letemendia, Buenos Aires.
- Satheesan, S.M. & Satheesan, M. 2000. *Serious vulture-hits to aircraft over the world*. International Bird Strike Committee, Amsterdam.
- Smith, M. 1986. From a strike to kill. *New Scientist*, 110, 44-47.
- Sodhi, N. S. 2002. Competition in the air: birds versus aircraft. *Auk*, 119, 587-595.
- Thorpe, J. 2008. *Update on fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes, with Appendix for 2006 to 2008*. International Bird Strike Committee, Brasilia.
- Transport Canada. 1994. *Wildlife control procedures manual. Environmental and support services, Airports Group*. TP1150E, Ottawa.
- Willis, I. 1994. *Falconidae*. En: *Handbook of the Birds of the World, Vol 2: New World Vultures to Guinea-fowls*, J. del Hoyo, A. Elliot & J. Sargatal (eds.), Lynx Editions, Barcelona, Spain, pp. 248-251.
- Yáñez, J.L., Núñez, H. & Jaksic, F.M. 1982. Food habits and weight of Chimango caracara in central Chile. *Auk*, 99, 170-171.

