

---

## Supervivencia y diversidad de aves en un paisaje agrícola tropical

Dennis W. Rogers  
Cinclus S.A.  
Apartado 234-3017  
San Isidro de Heredia  
COSTA RICA  
cinclus@ice.co.cr

Joe E. Meisel  
1202 Williamson St. Madison, WI 53702  
jmeisel@ceiba.org

### RESUMEN

*Pocos estudios han intentado cuantificar la supervivencia a largo plazo de aves que utilizan hábitats no-boscosos de los Neotrópicos. Utilizamos muestreo constante con redes de neblina, dentro fragmentos boscosos encontrados en zonas de agricultura industrial de la vertiente caribeña de Costa Rica, para demostrar la diversidad de las poblaciones de aves y calcular supervivencia de especies elegidas. Aquí presentamos valores mínimas de supervivencia para cinco especies de Passeriformes, cuatro asociadas con áreas desforestadas y una restringida a sotobosque. Usamos el modelo de captura, marcado, y recaptura de Cormack-Jolly-Seber para poblaciones abiertas para realizar el análisis de datos. La tasa de supervivencia evidente para las especies analizadas varió de 0.39 a 0.73. Probabilidad de captura varió de 0.03 a 0.77. En total, más de 4,800 individuos y 109 especies fueron anillados durante los seis años del estudio. Los resultados dan un punto de partido para futuros estudios de supervivencia de aves tropicales, y muestran las posibilidades del método de captura, marcado, y recaptura bajo condiciones de alta abundancia aviaria para producir muestreos para el análisis de supervivencia.*

**Palabras clave:** avifauna, conservación de la biodiversidad, Cormack-Jolly-Seber, Costa Rica, fragmentación del bosque, áreas dominadas por el ser humano, marcaje-recaptura, agricultura de plantación, supervivencia

### ABSTRACT

*Few studies have attempted to quantify the long-term survivorship of birds of non-forest habitats in the Neotropics. For our study, we used constant effort mist netting within woodland fragments in areas of intensive agriculture on the Caribbean slope of Costa Rica to document the diversity of the local avian populations and estimate survivorship of select species. In total, over 4,800 individuals were captured during the six years of the study, involving 109 species. In this report, we present baseline estimates of survivorship data on five species of Passerine birds, four found mainly in deforested areas and one*

*associated with forest understory. We used the Cormack-Jolly-Seber open population capture-recapture model for data analysis. Apparent survivorship for selected species ranged from 0.39 to 0.73. Capture probability ranged from 0.03 to 0.77. These results provide a reference for future studies of survival in tropical birds, and demonstrate the potential of the capture-recapture methodology in various human-altered habitats with high bird abundance to produce samples for survivorship analysis.*

**Keywords:** avifauna, biodiversity conservation, Cormack-Jolly-Seber, Costa Rica, forest fragmentation, human-dominated landscapes, mark-recapture, plantation agriculture, survivorship

## INTRODUCCIÓN

En el Neotrópico, aquellos hábitats asociados a las actividades del ser humano mantienen un nivel significativo de biodiversidad que ha sido poco investigada (Karr et al. 1990, Warkentin et al. 1995, Graham y Blake 2001, Daily et al. 2001). En los últimos 50 años, las tierras bajas en la zona caribeña de Costa Rica han sido intensamente deforestadas para convertirlas en potreros para ganado y en plantaciones de banano y piña a escala comercial (Harrison 1991, Sánchez-Azofeifa 2001). A pesar de que comúnmente se subestiman las aves de los hábitats secundarios y marginales resultantes de la deforestación, pueden representar áreas con una alta abundancia y diversidad.

En este estudio utilizamos capturas con redes de niebla realizadas varias veces al año para documentar la diversidad y supervivencia de especies comunes de amplio rango y de algunas residentes de bosque que se encuentran en fragmentos boscosos remanentes cerca de las áreas de producción agrícola a gran escala. Nuestra metodología se basó en métodos de esfuerzo-constante, bien establecidos en América del Norte y Europa pero poco

utilizados en el Neotrópico (Baillie et al. 1986, DeSante 1992, 2001). Se presenta la información recogida en tres sitios en las llanuras del Caribe de Costa Rica: un borde ripario, una plantación de árboles nativos y un fragmento importante de bosque tropical degradado. Se calculó la riqueza y los índices de diversidad de especies para cada sitio para hacer comparaciones entre ellos. Se realizaron análisis de modelos de supervivencia para aquellas especies de las que se obtuvieron suficientes capturas. Finalmente, se ofrecen observaciones y comentarios sobre la aplicabilidad de nuestros métodos de estudio para los hábitats y avifauna estudiados.

## MÉTODOS

### Área de estudio

Se estudiaron dos pequeños parches boscosos ubicados en una zona dominada por actividades del ser humano, cerca de Río Frío, en la provincia de Heredia, Costa Rica (10°19'N, 83°53'W, 50 m). Esta área fue originalmente un bosque tropical húmedo (Holdridge et al. 1971) que fue talado en la década de 1970 para siembra de banano. El área circundante fue deforestada rápidamente y está ahora bien



*Sporophila corvina*, hembra, foto por Daniel Martínez

poblada. (El distrito de Horquetas tiene 20.094 habitantes, según INEC 2001.) El área total de la propiedad es de 2000ha aproximadamente de las cuales la mitad están dedicadas al cultivo de banano. El área boscosa protegida más cercana es el Parque Nacional Braulio Carrillo, a unos 15km.

El manejo de la tierra en las plantaciones de banano consiste de cuadros de monocultivo apenas interrumpidos por caminos internos, canales de drenaje y plantas empacadoras. Generalmente se pueden encontrar fragmentos boscosos en los alrededores de una plantación aunque casi siempre han sido degradados por tala selectiva. Los bordes riparios

que se mantienen básicamente para controlar la erosión sirven de corredores para la dispersión de la vida silvestre. Parte del hábitat en estas áreas ha ido recuperándose mediante la reforestación con especies nativas y exóticas. Las áreas abiertas que predominan alrededor de las plantaciones son potreros para ganado en los que se ha sembrado zacate de especies exóticas. Los potreros en abandono requieren limpieza constante ya que con rapidez tienden a convertirse en bosques secundarios dominados por *Cecropia* spp. y *Pentaclethra macroloba*.

El trabajo de investigación en Río Frío se llevó a cabo en dos áreas de estudio. 1) De 1999 a 2004 se recogió información

en la primera área de estudio en Río Frío, conocida como "el Río". El sitio corresponde a una franja riparia a lo largo del río San José, un curso pluvial rocoso y rápido a pesar de estar ubicado a poca altitud. El margen del río mide entre 20 y 30m de ancho. Las áreas que se inundan con las crecidas tienen poco suelo y están dominadas por *Zygia longifolia*, especie de árbol típico en bordes riparios. Los suelos más estables muestran una variedad más amplia de especies, tanto en tamaño como en diversidad. Los árboles a lo largo del río se encuentran en una franja que mide entre 10m y 50m de ancho por 800m de largo, en un área de aproximadamente 2.5ha. Todos los sitios donde se realizaron las capturas con redes de niebla estaban ubicados a no más de 15m de alguna plantación de banano en operación.

2) Del año 2000 al 2004 se recolectó información en un segundo punto cercano, conocido como "la Plantación", un área reforestada en 1994 con especies de árboles nativos, donde antes había producción bananera. El área de la muestra estaba dividida en cinco secciones, cada una de las cuales estaba sembrada con una de las siguientes especies: *Dipteryx panamensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Virola koschnyi*, *Terminalia oblonga* y *Hieronyma oblonga*. Al iniciar la investigación, los árboles medían aproximadamente 15m de alto, con la excepción de los *Calophyllum* que medían entre 8m y 10m. En dos de las secciones se había permitido el desarrollo de un sotobosque natural mientras que en las otras tres se controlaba el piso del bosque con aplicaciones de herbicida

como parte del manejo que se hacía independientemente del diseño del presente estudio. El sotobosque estaba dominado por *Heliconia spp.* y otros arbustos de sombra, mientras que las secciones atomizadas solo tenían zacate. A un lado de la plantación de árboles había un pequeño potrero y al otro lado había banano. El sitio medía aproximadamente 400m por 100m, para un área total de 4ha.

Del año 2002 al 2004 se agregó un tercer sitio, llamado "el Bosque" en la finca de piña El Bosque (10°17'N, 83°40'W, 45m), cerca del pueblo de Guácimo, en la provincia de Limón. Este lugar era un fragmento boscoso triangular, de 68ha, ubicado en la confluencia de los ríos Santa Clara y Jiménez. El bosque a lo largo de los ríos está estructuralmente bien desarrollado aunque degradado por tala selectiva recientemente en 1996. A una mayor altitud, el crecimiento secundario de *P. maculosa* ocupa lo que hasta 1995 era potrero. Sin embargo, la captura con redes de niebla solo se hizo a lo largo del río Jiménez para imitar las condiciones presentes en el sitio del Río Frío. El Bosque y el Río tienen un clima, una historia poblacional y una situación de aislamiento similares a las de extensas áreas protegidas como la del Río Frío, aunque las fincas de piña requieren de grandes extensiones desiertas, inhóspitas para las aves pasajeras.

### **Métodos de recolección de datos**

La metodología utilizada para la recolección de datos sigue las estrategias planteadas por el Programa de Monitoreo de Producción y Supervivencia Aviaria

(DeSante *et al.* 2001). En cada año del estudio se tomaron muestras en cada uno de los sitios a intervalos de 10 días desde finales de abril hasta mediados de setiembre. Esta época corresponde a la estación pico de reproducción de las aves residentes aunque algunas especies anidan durante todo el año. Se capturaron algunos migratorios boreales pero no se incluyeron en el total de especies que se mencionan más adelante.

Para capturar las aves se utilizaron redes de niebla de 12m por 2.5m, con entramado de 32mm. Para cada individuo se utilizó una combinación única de anillos de colores. Se marcaron las plumas de la cola de los colibríes de forma temporal. Las redes siempre se colocaron en los exactos mismos lugares cada vez. Los sitios se seleccionaron para maximizar el número de capturas, por lo que no fueron escogidos al azar. Las redes de cada sitio se abrían siempre en el mismo orden, comenzando con la primera al amanecer, para continuar con el resto de la serie. La décima red generalmente ya estaba abierta y en funcionamiento 30 minutos después de la primera. Las horas de inicio oscilaron entre las 0515H (CST Tiempo Estandar Central) en junio a las 0535H en setiembre. Las redes se cerraban cinco horas después de haber sido abiertas, para un total de 50 horas red por día de campo. En ocasiones el mal tiempo atrasaba el inicio de la captura. Si a las 0700H no había dejado de llover, se cancelaba ese día. Si empezaba a llover una vez que había iniciado el trabajo, se recogían las redes y se trasladaban las horas faltantes

para el día siguiente, iniciando el trabajo a la misma hora a la que había sido suspendido el día anterior. Las redes se revisaban con frecuencia, a intervalos de 15 minutos, para reducir el estrés y la depredación de las aves capturadas. Hubo capturas de tan grandes como hormigueros dorsicastaños (*Myrmeciza exsul*, 27g [Stiles y Skutch 1989]) que sucumbieron ante la lagartija *Basiliscus plimifrons*.

En cada captura se recogieron datos sobre edad, sexo, de ser posible, largo de ala y peso. En el siguiente análisis solo se incluye la edad por ser el grupo de datos más completo. La edad se determinó según las características del plumaje y de las partes blandas, lo cual resulta relativamente fácil en las especies utilizadas para el análisis de supervivencia. Los inmaduros y juveniles de muchas de estas especies tienen plumaje distinto aunque para efectos de este estudio a todos los no adultos se les llama inmaduros.

## Métodos estadísticos

### Análisis de diversidad

Se aplicaron resúmenes estadísticos elementales para cada sitio y año, incluyendo abundancia (número de individuos), riqueza de especies (número de especies), el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , donde  $p_i$  es la proporción de la especie  $i$  de la muestra), y la relativa paridad de la diversidad de especies ( $J' = H'/\ln S$ , donde  $S$  es el número total de especies). Se incluyó este último índice porque está estandarizado para el número de especies permitiendo así hacer comparaciones

entre los sitios con promedios de captura variables (aves capturadas por hora red). Sin embargo, se cita a Remson y Good (1996) quienes analizan las limitaciones inherentes a la captura en redes de niebla ubicadas en distintos hábitats y con distintas especies como población meta.

### Análisis de supervivencia

Se utilizó el programa de software MARK (White y Burnham 1999) para implementar los enfoques analíticos de

Burnham y Anderson (1998) y Lebreton y otros (1992) utilizados en la aplicación de los modelos de Cormack-Jolly-Seber para captura-recaptura en poblaciones abiertas.

Se crearon modelos de supervivencia anual para cinco especies, a pesar de que algunas solo contaban con información adecuada en sitios específicos. En aquellos casos en los que se podían examinar las poblaciones en varios sitios, se evaluaron las diferencias específicas de cada sitio en cuanto a la supervivencia anual. El número

Cuadro 1. Resumen de datos sobre captura de aves canoras (*Passeriformes*) en tres sitios de estudio

Sitio/especie	Totales	Recapturas	Adultos	Inm	
Sitio El Río – 4500 horas red					
Todas las especies		1189	178	880	581
<i>Turdus grayi</i>	292	29	242	97	
<i>Ramphocelus passerinii</i>		91	8	76	39
<i>Sporophila corvina</i>	281	46	110	255	
Sitio La Plantación – 3750 horas red					
Todas las especies		952	138	668	567
<i>Volatinia jacarina</i>	120	4	111	38	
<i>Turdus grayi</i>	60	7	73	23	
<i>Ramphocelus passerinii</i>		145	20	67	78
<i>Sporophila corvina</i>	357	68	132	317	
Sitio El Bosque – 1350 horas red					
Todas las especies		226	29	113	83
<i>Manacus candei</i>	48	15	27	32	

NOTA: Los totales incluyen a todos los individuos anillados antes del último año (por ende, el grupo disponible para recaptura). Las recapturas son todos aquellos eventos ocurridos en los años después del marcaje, con más de una recaptura para algunos individuos. Los adultos e inmaduros corresponden a los individuos capturados a lo largo de todo el periodo de estudio.

**Cuadro 2.** Cálculo de supervivencia anual aparente promedio del modelo, para cuatro especies (1 SE incondicional en paréntesis)

Especies	Inmaduros	Residentes	Transitorios
Río Frío			
<i>Turdus grayi</i>	0.11 (0.11)	0.58 (0.16)	0.30 (0.17)
<i>Ramphocelus passerinii</i>	0.32 (0.14)	0.39 (0.11)	0.42 (0.15)
<i>Sporophila corvina</i>	0.26 (0.05)	0.55 (0.06)	0.54 (0.07)
La Plantación			
<i>Volatinia jacarina</i>	0.70 (0.54)	0.74 (0.44)	0.76 (0.43)
<i>Turdus grayi</i>	0.16 (0.18)	0.58 (0.17)	0.34 (0.19)
<i>Ramphocelus passerinii</i>	0.33 (0.14)	0.39 (0.10)	0.43 (0.15)
<i>Sporophila corvina</i>	0.27 (0.05)	0.54 (0.05)	0.54 (0.07)

**Cuadro 3.** Cálculo de supervivencia anual aparente  $\Phi$  para cada una de las cinco especies (1 SE incondicional en paréntesis)

Supervivencia $\Phi$					
Especie	Todos los individuos	Total ad.	Inm.	Resid. ad.	Trans. Ad.
<i>Volatinia jacarina</i>	0.73 (0.44)				
<i>Turdus grayi</i>			0.06 (0.05)	0.63 (0.14)	0.20 (0.08)
<i>Ramphocelus passerinii</i>	0.39 (0.10)				
<i>Sporophila corvina</i>		0.54 (0.05)	0.27 (0.05)		
<i>Manacus candei</i>	0.40 (0.12)				

de encuentros posibles variaba según el sitio, oscilando entre tres y seis años. Para cada una de las cinco especies primero se evaluó la viabilidad del modelo general, luego se estimó y aplicó, de ser necesario, el ajuste  $\hat{c}$ , para después aplicar los seis modelos utilizando los registros de captura-recaptura.

## Resultados

Durante este estudio se registraron un total de 4802 capturas de 109 especies. El total incluye regresos entre un año y otro pero no dentro de un mismo año, y representan un total de 4149 individuos. El sitio conocido como la Plantación de Río Frío mostró la mayor abundancia, con un promedio de

Cuadro 4. Cálculo de probabilidad de captura aparente para cada una de las cinco especies (1 SE incondicional en paréntesis)

Probabilidad de captura	(P)
<i>Volatinia jacarina</i>	0.03 (0.03)
<i>Turdus grayi</i>	0.23 (0.13)
<i>Ramphocelus passerinii</i>	0.29 (0.11)
<i>Sporophila corvina</i>	0.37 (0.06)
<i>Manacus candei</i>	0.77 (0.25)

404 individuos por temporada; el Río tuvo un promedio de 388 y el Bosque 152. El Río alcanzó un promedio más alto en cuanto a riqueza de especies, equivalente a 48.2 especies por temporada, seguido por la Plantación con 40.4 y el Bosque con 32.7. (Para más detalle sobre métodos y términos estadísticos, consulta Cormack 1964, Jolly 1965 y Serber 1965).

Un total de 1125 individuos capturados pertenecían a 12 especies de colibríes. Se marcaron además 19 especies de no paseriformes de los cuales solo paloma pechigrís (*Leptotila cassinii*) presentó más de 20 registros. Un total de 2922 capturas de 78 especies de paseriformes produjeron información de 2777 individuos. Se obtuvo suficiente información para crear un modelo de supervivencia de cinco especies: semillerito negro azulado (*Volatinia jacarina*), yigüirro (*Turdus grayi*), tangara lomiescarlata (*Ramphocelus passerinii*) y semillerito variable (*Sporophila corvina*) en Río Frío, y saltarín cuelliblanco (*Manacus candei*) en El Bosque (ver Cuadro 1.)

Se dispone de cálculos de supervivencia anual aparente únicamente para las cuatro

especies analizadas en Río Frío, con datos para residentes que van desde 0.39 hasta 0.73 (ver Cuadro 2). Los cálculos de supervivencia anual aparente  $\Phi$  para las cinco especies van desde 0.06 hasta 0.73, sin datos disponibles para todas las combinaciones (ver Cuadro 3). La probabilidad de captura aparente  $P$  osciló de 0.03 a 0.77 (ver Cuadro 4).

Los índices de diversidad de especies Shannon-Winer ( $H'$ ) para todos los años combinados fueron 3.081 para el Río, 2.692 en la Plantación, y 3.050 para el Bosque. La diversidad de especies ajustada  $J'$  fue de 0.703 en el Río, 0.640 en la Plantación y 0.801 en el Bosque.

## COMENTARIOS

Se obtuvo información cuantificable para comparaciones futuras de las cinco especies que contaron con suficiente información como para aplicarles el modelo. Hay poca información disponible en la literatura con la cual comparar los datos obtenidos en este estudio. Karr *et al.* (1990) presentaron datos de supervivencia para 25 especies de aves de bosque de Panamá, pero en este estudio



*Sporophila corvina*, raza caribeña, foto por Carlos Raabe

no se capturó ninguna de esas especies en número suficiente. Ese documento también presenta información sobre el desarrollo de técnicas y comparaciones para estimar supervivencia mediante los métodos estadísticos que están actualmente en uso.

En estos hábitats, se capturaron en las redes prácticamente todas las aves pequeñas presentes, en mayor número las de sotobosque. No obstante, algunas especies siempre presentes en Río Frío, como el carpintero castaño (*Celeus castaneus*), mosquero cabecigrís (*Myiozetetes granadensis*), mosquerón

picudo (*Megarynchus pitangua*) y tangara palmera (*Thraupis palmarus*) prácticamente no aparecen en la información de este estudio. Con excepción del soterrey matraquero (*Campylorhynchus zonatus*), todas las especies pequeñas regularmente escuchadas o vistas aparecieron por lo menos una vez. El mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*) en Río Frío y el saltarín cuelliblanco en El Bosque son ejemplos de especies ideales para la técnica del estudio. Tienen el tamaño perfecto para la red de niebla que se utilizó, frecuentan los estratos correctos y son lentos en aprenderse la ubicación de las redes.

Las especies más grandes no son capturadas así de bien en las redes de niebla de 32mm utilizadas en este estudio: paloma pechigrís (*Leptotila cassinii*), a pesar de tener más de 50 capturas, está subrepresentada. Los encuentros fueron evidenciados por las plumas dejadas en la red después de chocar con ella. No se capturaron unas pocas especies de piso grandes y lentas: rascón cuelligrís (*Aramides cajanea*) y rascón café (*Amaurolimnas concolor*), ambas presentes en Río Frío y el Bosque pero nunca capturadas; el tinamú chico (*Crypturellus soui*) fue eventualmente capturada en Río Frío.

Las limitaciones del método con redes de niebla fueron especialmente relevantes en El Bosque ya que el se atraparon unos pocos individuos; son especies desproporcionadamente grandes, distribuidas en lo alto del dosel. Con frecuencia se escucharon especies que nunca se capturaron: chocuaco (*Cochlearius cochlearius*), tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*) y de swainson (*R. swainsonii*), trogón coliplomizo (*Trogon massena*) y violáceo (*T. Violaceus*), paloma piquicorta (*Columba nigrirostris*) y quérula gorgimorada (*Querula purpurata*). Se atraparon pocos individuos de momoto canelo mayor (*Baryphthengus martii*) y piquiancho (*Electron platyrhynchum*), trogón cabeciverde (*T. rufus*), monja frentiblanca (*Monasa morphoeus*) y aracari collarejo (*Pteroglossus torquatus*). Solo el aracari está presente con regularidad en Río Frío. En el Bosque también hay víboras *Bothrops* sp. y monos cariblancos (*Cebus capucinus*) y congos (*Allouatta palliata*)

que no mantienen poblaciones en Río Frío.

Los índices de diversidad de especies H' y J' responden en parte a las limitaciones de la metodología de captura. La mayor riqueza de especies ajustada en El Bosque refleja presumiblemente pocas capturas de la mayoría de las especies; en la zona se notaron algunos pocos passeriformes o colibríes adicionales, y los totales acumulados de las especies fueron casi iguales al tercer año. Asimismo, los números bajos que muestran esos mismos índices en el sitio de la Plantación parecen ser el resultado de muchos individuos de semillerito variable (*Sporophillia corvina*) y colibrí rabirrufo (*Amazilia tzacatl*) más que de mejores condiciones de captura.

En 1996, como parte de un proyecto independiente (Matlock *et al.* 2001), se anillaron 140 aves en el área del sitio de Río Frío, de los cuales 36 reaparecieron entre 1999 y 2004. En 2004 se capturaron individuos de hojarrasquero gorgianteado (*Automolus ochrolaemus*) y saltator gorgianteado (*Saltator maximus*) que se sabía tenían por lo menos ocho años de edad. En 2003 apareció un individuo de cada una de las siguientes tres especies: attila lomiamarilla (*Attila spadecus*), soterrey castaño (*Thryothorus nigricapillus*) y semillerito variable (*Sporophillia corvina*), los que se sabía entonces que tenían por lo menos siete años. Un estudio en Guatemala que ha recogido información durante 11 años muestra registros de longevidad desde siete a 11 años para 23 especies de passeriformes de bosque, incluyendo algunas especies del presente estudio (Robbins y Dowell 2004). Un macho

de jacamar rabirrufo (*Galbula ruficauda*) en su territorio propio fue el único individuo capturado los seis años en Río Frío.

Las mejores comparaciones del modelo revelaron algunos resultados sobresalientes. Los semilleritos negro azulados (*Volatinia jacarina*) y los adultos de semillerito variable (*Sporophillia corvina*), siendo parientes cercanos y superficialmente similares, produjeron resultados estadísticos significativamente diferentes. Esto puede deberse a la naturaleza transitoria e irruptiva del semillerito negro azulado (R. Restall com. pers.) aunque el semillerito variable es poco territorial y también merodea mucho.

El semillerito variable también mostró resultados diferentes entre adultos e inmaduros, estos últimos con menor supervivencia como era de esperar. Las bandadas de semilleritos inmaduros, capturados en la red a veces 10 o 12 al mismotiempo, generalmente no regresaban por lo que se reduce su supervivencia aparente.

El yigüirro (*Turdus grayi*) inmaduro también mostró una supervivencia aparente muy baja mientras que la diferencia entre adultos transitorios y residentes es marcada en el sitio del Río ya que en abril, mayo y setiembre había muchos más adultos presentes. Un árbol de *Ficus ssp.* que no producía frutos todos los años parecía incrementar la abundancia de yigüirros al inicio de la temporada en que sí las producía; la mayoría de estas aves aparentemente se dispersaban hacia otros sitios para reproducirse. Unos pocos fueron recapturados durante las rondas

finales cuando regresaban a sus sitios “de invierno” en el Río.

El uso intensivo que hicieran las aves de los niveles más bajos en la Plantación apoya lo que afirma Lamb et al. (1997) en cuanto a que sembrar especies de árboles comerciales puede recuperar la tierra de otros usos y aumentar la biodiversidad. La información recogida durante dos años en una plantación de *Gmelina arborea* cerca de la costa caribeña, que no se reporta en este estudio, ofrece evidencia de que aún las especies exóticas con sotobosque natural pueden producir hábitats utilizables. Ahí, el promedio de riqueza de especies fue de 39.5 para 450 individuos capturados por año, comparado con 40.5 especies para 404 individuos capturados en la Plantación.

Por último, pocas especies de aves del presente estudio estaban restringidas a los hábitats donde se colocaron las redes de niebla. La metodología y análisis se enfrentan ante una población vasta y circulante de aves con limitada fidelidad, si acaso, hacia los pequeños sitios estudiados.

Contamos entonces ahora con información preliminar derivada de un método establecido que ha sido usado muy poco en el Neotrópico. Se requeriría un esfuerzo masivo para obtener información suficiente para realizar análisis de supervivencia de especies menos comunes dadas las pocas especies que en el presente estudio obtuvieron suficientes capturas. En un área en Río Frío donde hay alta abundancia avifaunística, cinco a seis años de estudio resultaron ser insuficientes para producir estadísticas utilizables en

el caso de aves menos comunes. Los tres años de estudio en el Bosque, sitio menos denso, produjeron información adecuada únicamente para una especie, especialmente apta para el método de captura. Se requiere de estudios a largo plazo para seguir a los individuos durante su ciclo natural de vida y para poder atrapar suficientes individuos para producir información que sea estadísticamente significativa.

## RECONOCIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a las siguientes personas por su contribución con este proyecto: S. Martin, por su orientación intelectual; J. Mirenda, por el apoyo logístico; A. Borbón, por su asistencia en el campo; J. Meisel, por su ayuda con el análisis estadístico; y E. Cooch, por sus consejos sobre las aplicaciones estadísticas. Este proyecto recibió apoyo financiero de Dole Fresh Fruit International.

## Bibliografía citada

- Baillie, S.R., R.E. Green, M. Boddy y S.T. Buckland. 1986. *An evaluation of the constant effort sites scheme*. Tring, RU: British Trust for Ornithology,
- Burnham, K.P. y D.R. Anderson. 1998. *Model selection and inference: a practical information-theoretic approach*. New York, NY: Springer-Verlag.
- Cooch, E. y G. White. 2005. *Program MARK: A gentle introduction* (4th edition). 51: 429–438.
- Daily, G.C., P.R. Ehrlich y A. Sanchez-Azofeifa. 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. *Ecological Applications* 11(1): 1–13.
- DeSante, D.F. 1992. *Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS): A sharp, rather than blunt, tool for monitoring and assessing landbird populations*. Pp. 511–521 en D.C. McCullough y R.H. Barrett, eds., *Wildlife 2001: Populations*. London, RU: Elsevier Applied Science.
- DeSante, D.F., K. Burton, P. Velez y D. Froehlich. 2001. *MAPS Manual*. 2001 Protocol. Point Reyes Station, CA.: The Institute for Bird Populations.
- Doherty, P.F., Jr. y T.C. Grubb, Jr. 2002. Survivorship of permanent-resident birds in a fragmented forested landscape. *Ecology* 83(3):844–857.
- Graham, C.H. y J.G. Blake. 2001. Influence of patch- and landscape-level factors on bird assemblages in a fragmented tropical landscape. *Ecological Applications* 11(6):1709–1721.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2001. *IV Censo de Población y V de Vivienda*. INEC. San Jose, Costa Rica.
- Harrison, S. 1991. Population growth, land use and deforestation in Costa Rica 1950-1984. *Interciencia* 16(2): 83–93.
- Holdridge, L.R., W.C. Grenke, W.H. Hatheway, T. Liang y J.A. Tosi, Jr. 1971. *Forest environments in tropical life zones: a pilot study*. London: Pergamon Press.

- Jolly, G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. *Biometrika* 52:225–247.
- Karr, J.R., J.D. Nichols, M.D. Klimkiewicz y J.D. Brawn. 1990. Survival rates of birds in Tropical and Temperate forests: Will the dogma survive? *American Naturalist* 136: 277–29.
- Lamb, D., J. Parrotta, R. Keenan y N. Tucker. Rejoining habitat remnants: Restoring degraded rainforest lands. 1997. Pp. 366–385 en Laurance, W.F. y R.O. Bierregaard, eds. *Tropical Forest Remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lebreton, J.-D., K.P. Burnham, J. Clobert y D.R. Anderson. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62:67–118.
- Matlock R.B. Jr., D. Rogers, P.J. Edwards y S.G. Martin. 2001. Avian communities in forest fragments and reforestation areas associated with banana plantations in Costa Rica. *Agriculture Ecosystems and Environment* 181: 1–17.
- Remson, J.V. y D.A. Good. 1996. Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. *Auk* 113(2): 381–398.
- Robbins, C.S. y B. Dowell. 2004. Wintering with the Neotropical migrants. *Passenger Pigeon* 67(1):53–60.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., R.C. Hariss y D.L. Skole. 2001. Deforestation in Costa Rica: A quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33(3): 378–384.
- Seber, G.A. 1965. A note on the multiple recapture census. *Biometrika* 52: 249–259.
- Stiles, F. G. y A. F. Skutch 1989. *A Guide to the Birds of Costa Rica*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Warkentin, I.A., R. Greenberg y J. Salgado Ortiz. 1995. Songbird use of gallery woodlands in recently cleared and older settled landscapes of the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Conservation Biology* 9:1095–1106.
- White, G.C. and K.P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 Supplement: 120–138.