

**Cuervo, Andrés M. \*. 2002.**  
**Efecto de la fragmentación de hábitat sobre aves andinas:**  
**Tamaño corporal y asimetría fluctuante**

Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia,  
 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Biología, Medellín.  
 Directora: Carla Restrepo

*Contacto del autor: wa022129@cnnnet.upr.edu*

*\*Dirección actual: Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, P.O. Box 23360, San Juan 00931-3360)*

La alteración de paisajes como resultado de la fragmentación de hábitat afecta las aves de diversas formas. Mientras unas especies se extinguen regionalmente o sus poblaciones decrecen drásticamente, otras aumentan su abundancia o no sufren cambios. Esa respuesta diferencial a la fragmentación puede deberse a diferencias inherentes en sus historias de vida y a diferencias en sus capacidades para amortiguar perturbaciones durante el desarrollo ontogénico (i.e. inestabilidad del desarrollo). Tanto la historia de vida como la inestabilidad del desarrollo pueden estar relacionadas al tamaño corporal y en consecuencia, la interacción entre estos rasgos de los organismos puede ayudar a elucidar los mecanismos que expliquen la respuesta diferencial a la fragmentación.

El tamaño corporal y muchos aspectos de la historia de vida se relacionan claramente a través de funciones alométricas. Por ejemplo, las tasas metabólicas y reproductivas, longevidad y la escala a la que los organismos interactúan con su ambiente varían en función del tamaño corporal. Además de estar relacionado con la historia de vida, el tamaño corporal es un indicador de la condición del organismo; por ejemplo, individuos en la frontera del rango geográfico de una población pueden tener variaciones en su tamaño corporal, teniendo influencia sobre su adecuación. La fragmentación puede afectar el tamaño de los individuos como consecuencia de un cambio en las condiciones del hábitat, las cuales a su vez pueden generar inestabilidad del desarrollo.

La inestabilidad del desarrollo ocurre cuando los patrones de desarrollo ontogénico programados en el genoma son alterados por el colapso de la homeóstasis como consecuencia de estrés genético y/o ambiental (i.e. depresión genética, aumento del parasitismo). Entre otras formas, la inestabilidad del desarrollo se manifiesta a través de asimetría de rasgos que en condiciones ideales serían simétricos. Estas desviaciones de simetría bilateral perfecta son usualmente sutiles y aleatorias con respecto al lado, y se les denomina "asimetría fluctuante". Evidencia empírica indica que los niveles de asimetría fluctuante varían con la fragmentación y con el aumento de perturbaciones antrópicas, tanto a nivel de

poblaciones como de ensamble de especies. Debido a que la asimetría fluctuante puede eventualmente influenciar la fecundidad, sobrevivencia, éxito de apareamiento y eficiencia aerodinámica de las aves, podría ser un mecanismo bajo el cual las especies responden de diferentes maneras a la fragmentación.

Examiné estas ideas al estudiar los cambios en la distribución de tamaño corporal y en los niveles de asimetría fluctuante de avifaunas de paisajes fragmentados. Mi propósito era explorar la posible interacción entre tamaño y asimetría, y establecer si esta asociación podía explicar las respuestas diferenciales de las aves a la fragmentación. Para ello seleccioné tres tipos de paisajes que diferían en la intensidad de fragmentación: (i) paisajes "altamente fragmentados" consistieron en parches de bosque maduro de 8-20 ha rodeados por una matriz de pastizal; (ii) paisajes "moderadamente fragmentados" tuvieron parches de bosque 70-110 ha en medio de pastizales también; y (iii) paisajes de "bosques continuos" (tratamiento control) fueron extensas áreas de bosque maduro de más de 1000 ha. En términos generales, el diseño de este trabajo consistió en un diseño en bloques: cada uno de los tres tipos de paisajes tuvo tres repeticiones para un total de nueve sitios de estudio. Estos sitios estuvieron localizados en los municipios de Amalfi y Anorí, en el extremo norte de la Cordillera Central de los Andes de Colombia, Departamento de Antioquia, (6°45'–7°15'N; 75°00'–75°15'W). En estos municipios quedan varios de los últimos bloques de bosque entre 1200 y 1800m de la Cordillera Central, correspondiendo a la zona de vida transicional entre bosque muy húmedo y bosque pluvial premontano.

Utilicé tres métodos complementarios para el muestreo de las aves: observaciones visuales, observaciones auditivas con grabaciones y captura con redes de niebla. Las observaciones visuales y auditivas me permitieron levantar inventarios en cada sitio, usados en los análisis de distribución de tamaño corporal. La captura de aves me permitió obtener datos de peso corporal, tomar las medidas morfométricas para estimar la asimetría de los tarsos y completar los inventarios

adecuadamente. En 123 días de trabajo de campo entre enero y agosto de 2002, acumulé 13900 horas-red de esfuerzo de captura.

Para cada tipo de paisaje, construí un histograma de frecuencia de especies en función del logaritmo del peso, y estimé la asimetría del tarso para las especies capturadas. El peso fue obtenido de las capturas in situ y en otros casos de especímenes de museo y revisión de la literatura. Comparé las distribuciones de tamaño corporal entre los tres tipos de paisaje fragmentado contra una distribución nula por medio de pruebas Kolmogorov-Smirnov e inspeccioné los gráficos para detectar los rangos de tamaños en los que se pierden o adicionan especies. La asimetría de cada individuo fue estimada como el valor absoluto de la diferencia entre el tarso izquierdo y derecho. Cada lado del tarso fue medido al menos tres veces para estimar la repetibilidad de las medidas y el error de medición con respecto a la asimetría real para cada especie, y para corroborar los supuestos de normalidad y media cero (i.e. para descartar otros tipos de asimetría como la direccional). Empleé análisis de varianza anidados para evaluar el efecto de la fragmentación sobre la asimetría del tarso de aves tanto a nivel de especies particulares como del ensamble de especies. Exploré la asociación entre tamaño corporal y asimetría fluctuante al sobreponer el valor promedio de asimetría en los rangos de tamaño de las distribuciones y por medio de un modelo de regresión lineal del log Peso y el valor medio de asimetría fluctuante.

En total, registré 277 especies de aves terrestres de las cuales y capturé un total de 2531 individuos de 185 especies (66.8% del total de especies). De éstas, 146 especies (1664 individuos) tuvieron datos suficientes para los análisis de asimetría del tarso. Las tasas de captura entre localidades variaron entre 9.3 y 27.0 aves por 100 horas-red. La composición y riqueza de especies estuvo fuertemente influenciada por la intensidad de fragmentación (e.g. mayor riqueza en bosques continuos). Las distribuciones de tamaño corporal mostraron un sesgo a la derecha que indica que los ensambles están conformados por muchas especies de tamaño pequeñas y muy pocas especies grandes. Este patrón es ampliamente conocido en varios grupos de organismos en un amplio rango latitudinal. Sin embargo, fue notorio que la fragmentación tiene un mayor impacto sobre los tamaños grandes donde se perdieron algunos rangos de tamaño por completo. Esa alteración puede ser el resultado del recambio desigual de especies de

diferente tamaño, lo que indica que no hay un balance en términos de tamaño corporal entre extinción y colonización de especies. Esto sugiere que el tamaño corporal influencia la respuesta de las especies a la fragmentación. Por otro lado, los niveles de asimetría fluctuante aumentaron con la intensidad de fragmentación del hábitat. Las avifaunas de paisajes con bosques continuos presentaron niveles bajos de asimetría fluctuante en comparación con paisajes fragmentados, donde la asimetría fue muy alta. Sin embargo, no hubo diferencias en los niveles de asimetría fluctuante entre paisajes moderadamente y altamente fragmentados, aunque la asimetría tendió a ser menor en aves de paisajes moderadamente fragmentados. Esto indica que las dos categorías de paisajes fragmentados definidas en este estudio (i.e. con parches de 8-20 ha y 70-110 ha) no son funcionalmente diferentes en términos de la asimetría fluctuante, lo que sugiere que en ambas circunstancias los estreses genéticos y/o ambientales son similarmente fuertes.

Los niveles más altos de asimetría fluctuante se concentraron en los rangos de tamaño corporal más grandes en todas las distribuciones generadas lo cual indica que tamaño y asimetría no son aspectos aislados sino que interactúan. Las especies más grandes tienden a extinguirse en los fragmentos pequeños y a su vez presentan un nivel más alto de asimetría fluctuante que el promedio de especies. Esto sugiere que tanto la distribución de tamaños corporales como la asimetría fluctuante podrían tener propiedad predictiva para identificar especies vulnerables y posiblemente también invasoras. De hecho, el tamaño corporal en ensambles de especies ha mostrado cumplir con esta propiedad en otros estudios. Por su lado, la asimetría fluctuante ha sido usada ampliamente como un indicador del estado de las poblaciones y del estrés ambiental y genético al que están sometidas, y ha sido propuesta como un sistema de alarma temprano para detectar poblaciones en peligro. Por consiguiente, comprender la interacción entre tamaño corporal y asimetría fluctuante tendría importantes implicaciones en conservación de poblaciones y ensambles de especies de aves. Ciertamente, esta región de Colombia concentra poblaciones de aves de rango restringido (e.g. *Capito hypoleucus*), endémicas (e.g. *Bangsia melanochlamys*), en peligro (e.g. *Lipaugus weberi*) e incluso otras aún no descritas (e.g. *Scytalopus* sp. nov.), que ameritan un monitoreo a largo plazo para acciones de conservación efectivas y duraderas.