

APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS ACTUALES DE ESPECIES ENDÉMICAS Y ÁREAS  
DE ENDEMISMO A ESPECIES ANIMALES MIGRATORIAS

NATALIA MARÍA NOVOA SALAMANCA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
BOGOTA D.C  
2011

APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS ACTUALES DE ESPECIES ENDÉMICAS Y ÁREAS  
DE ENDEMISMO A ESPECIES ANIMALES MIGRATORIAS

NATALIA MARÍA NOVOA SALAMANCA

---

Ingrid Schuler García Ph.D.

Decano Académico

---

Andrea Forero Ruiz

Director de Carrera

APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS ACTUALES DE ESPECIES ENDÉMICAS Y ÁREAS  
DE ENDEMISMO A ESPECIES ANIMALES MIGRATORIAS

NATALIA MARÍA NOVOA SALAMANCA

---

Julio Mario Hoyos M.Sc. Ph. D.

Director

---

Manuel Ruiz García M. Sc. Ph. D.

Jurado

## **Nota de advertencia**

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de grados de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se ve en ella el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Artículo 23 de la Resolución No 13 de Julio de 1946

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mis padres (José Miguel y María Clara), a mi hermano (Leonardo) y mi amiga Laura por estar siempre a mi lado apoyándome y alentándome para cumplir mi sueño de ser biólogo y terminar esta etapa de mi vida.
- A mi director Julio Mario Hoyos por orientarme y darme consejos durante el desarrollo del proyecto y que me han hecho crecer como biólogo y como persona.
- Al Doctor Manuel Ruíz, jurado de mi trabajo de grado, por sus aportes al trabajo.
- A mis compañeras de laboratorio (Catalina y Camila), por apoyarme y motivarme en los momentos en que más las necesitaba.

## 1. RESUMEN

Morrone (2001) define área de endemismo, a partir de la superposición de las áreas de distribución de dos o más taxones diferentes. Aunque varios autores han planteado diferentes definiciones, no se ha tenido en cuenta si alguna puede ser aplicada a especies animales migratorias, siendo especies que dejan su hábitat viajando grandes distancias para obtener alimento, pareja o algún otro recurso y volviendo a su hábitat. Entre los objetivos, está establecer si se puede hablar de especies animales migratorias como especies endémica y si se puede aplicar alguna de las definiciones de áreas de endemismo a especies migratorias. Para cumplir con los objetivos, se realizaron tablas evidenciando las definiciones sobre especies endémicas, áreas de endemismo y migración; asimismo, se revisó bibliografía acerca de la migración y de los patrones que existen dentro de éste, dando ejemplos e identificando cuales especies son endémicas. Por último se revisaron si las especies utilizadas en algunos estudios recientes de biogeografía vicariante eran migratorias o no. Dentro de los resultados, se obtuvo que existen varias definiciones de áreas de endemismo, diferenciándose en si tener en cuenta o no la simpatria extensiva y si las unidades adecuadas para análisis biogeográficos son las áreas de endemismo o los elementos bióticos. Con respecto a los patrones de migración se obtuvieron ejemplos de cada uno mostrando las rutas de los viajes; por último, ninguno de los estudios recientes encontrados sobre biogeografía vicariante tienen en cuenta especies migratorias. Con los resultados obtenidos se puede concluir que sí se puede hablar de especie migratoria como especie endémica y que ninguna de las definiciones de áreas de endemismo planteadas hasta el momento tienen en cuenta animales migratorios, por lo que se sugiere un protocolo donde se puedan identificar áreas de endemismo a partir de especies de animales migratorias, planteando los términos de áreas de endemismo temporales y especies endémicas temporales.

## 2. INTRODUCCIÓN

La identificación de áreas de endemismo es muy importante tanto para la biogeografía histórica, como para la conservación, siendo éstas las unidades básicas de análisis biogeográficos, aunque otros argumenten que las áreas de endemismo no sean las unidades correctas, sino más bien los elementos bióticos (grupo de taxones cuyos rangos de distribución son más similares entre sí que con otros rangos de otros taxones) (Deo & DeSalle, 2006; Hausdorf, 2002). Los enfoques para delimitar las áreas de endemismo son tan diversos como son las definiciones que se han planteado alrededor de este concepto, enfatizando en uno de estos tres criterios: grado de superposición en la distribución o lo que se conoce como simpatria, barreras entre áreas separadas producidas por Vicarianza, o una extensión operativa del segundo criterio (Lomolino *et al.*, 2010). A pesar de que existan varias definiciones, no se ha tenido en cuenta como éstas podrían ser aplicadas a especies de animales migratorias y tampoco se ha especificado si se puede hablar de especies migratorias como especies endémicas. Entendiendo al fenómeno de la migración, de manera general como un movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal entre el área de reproducción y el área de no reproducción (Dingle & Drake, 2007). Para llevar a cabo este estudio, se revisó bibliografía alrededor de los conceptos de especie endémica, áreas de endemismo (graficándolas) y migración, organizando cronológicamente las definiciones que se encontraron; además se realizaron tablas mostrando los diferentes patrones de migración que existen, con sus respectivos ejemplos identificando cuáles de estas especies de animales migratorias son endémicas y por último se revisó si las especies utilizadas en algunos estudios recientes de biogeografía vicariante eran migratorias o no. Se tuvieron en cuenta 12 definiciones alrededor del concepto de áreas de endemismo graficando algunas de estas, además se obtuvieron varios ejemplos de animales para cada patrón de migración evidenciando las rutas de los viajes (mapas) y las épocas en que migran. Por último, se cogieron al azar diez estudios recientes de biogeografía vicariante y se miró si las especies utilizadas eran migratorias o no.

### **3. PROBLEMA CIENTÍFICO**

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

¿Los conceptos actuales de especies endémicas y áreas de endemismo se pueden aplicar a especies animales migratorias?

Un problema de hace mucho tiempo en la evolución de la migración concierne al llamado área de origen de las especies migratorias: ¿cómo se pueden determinar las migraciones entre áreas de reproducción y áreas de no reproducción que pueden estar en diferentes continentes?; si las especies evolucionaron al mismo tiempo que los orígenes de las áreas de reproducción con cambios sucesivos en la distribución de las áreas de no reproducción, o más bien lo contrario; que la evolución de las especies migratorias implica orígenes en las áreas de no reproducción y cambios en la distribución de las áreas de reproducción (Dingle & Drake, 2007; Joseph *et al.*, 1999). Los métodos de vicarianza y de la biogeografía cladista que dependen de la dispersión mínima o no, son inapropiados específicamente para migraciones entre continentes (Joseph *et al.*, 1999), por eso es importante precisar o establecer cómo se podrían utilizar las especies migratorias para estudios biogeográficos futuros.

### **4. MARCO TEÓRICO**

Cuando se descubrió que no en todos los lugares del planeta existían todas las especies surgió un interrogante: ¿Por qué las especies están distribuidas de la manera en que se encuentran?; es decir, ¿por qué cada región en el mundo, aunque tengan características físicas similares no están habitadas por las mismas especies? (Ochoa & Flores, 2006). A partir de esto se origina la biogeografía, disciplina que estudia la distribución geográfica de los seres vivos y los cambios de ésta a lo largo del tiempo (Espinosa & Llorente, 1993). El debate teórico en biogeografía presenta en la actualidad al menos cuatro programas de investigación: el filogenético, el panbiogeográfico, el evolucionista (dispersionista) y el vicariante; el primero se basa en los siguiente criterios: empleo de las reglas de la desviación y de la progresión donde la primera supone que siempre que ocurre la partición de un linaje, una de las ramas sufre mayor diferenciación mientras que la otra

se mantiene más semejante al ancestro; la otra regla sostiene que existe un paralelismo entre progresión morfológica y progresión corológica (Zunino & Zullini, 2003; Llorente & Morrone, 2001).

En el programa panbiogeográfico el principio básico es la idea de que el espacio, el tiempo y lo que Croizat llama la “forma”, es decir las expresiones de la diversidad de los seres vivos, son tres aspectos inseparables de un proceso único que es el devenir histórico (Zunino & Zullini, 2003). Este autor consideraba que la especie es un conjunto de formas que no sólo comparten una historia común sino también un mismo espacio geográfico (Zunino & Zullini, 2003). El evolucionista tiene como base los centros de origen a partir de los cuales se dispersan las especies; los centros de origen de un grupo corresponden al área donde presenta su máxima riqueza sistemática, su máxima diversificación ecológica y su máxima diversidad genética (Ochoa & Flores, 2006; Zunino & Zullini, 2003; Dobzhansky, 1970). El último programa, el vicariante, asume que la fragmentación de biotas ancestrales por fenómenos geológicos es la causa de la distribución actual de las especies, es decir la aparición de una barrera geográfica que causa la disyunción en la distribución de la biota y posteriormente ocurre un proceso de especiación a cada lado de la barrera (Ochoa & Flores, 2006).

La biogeografía de la vicarianza parte de dos principios: la congruencia observada entre los patrones filogenéticos y biogeográficos de los miembros de dos o más grupos monofiléticos, la cual es una evidencia para generar la hipótesis de que comparten una historia en común, y la congruencia entre los patrones filogenéticos y biogeográficos de taxones distintos implica como causa más probable una historia común (Llorente & Morrone, 2001). A diferencia de los evolucionistas, en la biogeografía de la vicarianza (o cladista), no se consideran centro de origen, sino centros o áreas de endemismo; estas áreas de endemismo son evidencia de que la historia geológica y la historia de su biota están altamente relacionadas (Ochoa & Flores, 2006). Asimismo, para las hipótesis de vicarianza el espacio está determinado por las relaciones históricas que guardan entre sí los elementos que ocupan las áreas de endemismo y el tiempo está determinado por la jerarquía que muestra un patrón de relación dado (Ochoa & Flores, 2006; Espinosa & Llorente, 1993).

Un área de endemismo puede definirse mediante la superposición de las áreas de distribución de dos o más especies diferentes; estas superposiciones nunca son totales por lo que la identificación

de las áreas de endemismo es de algún modo un proceso subjetivo (Espinosa *et al.*, 2002; Llorente & Morrone, 2001). Müller (1979) consideró tres condiciones que deberían darse para la identificación de las áreas de endemismo: la primera es que las áreas de distribución de las especies analizadas deben ser relativamente menores en relación con el área de estudio; la segunda, que las áreas de distribución deben ser razonablemente conocidas, y la tercera, que la validez taxonómica de las especies analizadas no debería ser cuestionada. Pero para muchos taxones se desconoce apropiadamente su área de distribución y en muchos casos el estatus taxonómico de o de los taxones en cuestión no está resuelto; además, el endemismo es sensible a los cambios de escala y a la selección de taxones por lo que es frecuente observar que haya dos o más áreas de endemismo contenidas en una de mayor tamaño lo que se llama hoy en día endemismo sucesivamente anidado (Llorente & Morrone, 2001).

El área de distribución de una especie o taxón individual puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad; cuando se intenta describir el área de distribución de una especie en general solo se aceptan dos alternativas: las áreas son simpátricas o son alopátricas (Espinosa *et al.*, 2002). La simpátrica implica una superposición entre las áreas de distribución, mientras que en la alopátrica hay una disyunción total entre las dos áreas de distribución; es decir, cuando dos o más áreas ocupadas por un mismo taxón se hallan separadas entre sí por una distancia que excede la capacidad normal de dispersión, se dice que existe una disyunción geográfica (Espinosa *et al.*, 2002).

El concepto de dispersión se entiende como aquel movimiento de un solo sentido que realizan los individuos desde la zona donde nacieron hasta las áreas de reproducción (Dingle, 1996); Howard (1960) plantea que es un movimiento constante que realizan los individuos desde su lugar de nacimiento hasta la zona donde se reproduce (dispersión natal) o entre áreas de reproducción (dispersión reproductiva) (Bruderer & Salewski, 2008). Pero este no es el único movimiento que realizan los organismos, por otro lado está la migración, la cual se refiere a movimientos prolongados que llevan a los animales fuera de su hábitat, tienden hacer lineales y no zigzagueantes y asimismo presentan un comportamiento de preparación particular (Quammen, 2010). La migración se da en muchas ramas del reino animal; estos viajes se dan en una variedad de medios, e involucra dos niveles: la conducta aplicable a los individuos y el nivel ecológico aplicable a las poblaciones (Dingle & Drake, 2007). Los animales utilizan el movimiento para

una variedad de propósitos, pero probablemente con mayor frecuencia en conexión con el uso de los recursos como la comida, albergue y pareja reproductiva (Dingle & Drake, 2007). Dingle (1996), propone cinco características que distinguen la migración de otras formas de movimientos: persistencia, linealidad, “indistraibilidad”, comportamientos especiales de partida-llegada y energía acumulada (Quammen, 2010). Los animales migratorios no responden a los estímulos sensoriales provenientes de recursos que suscitarían respuesta rápidas en otras circunstancias, a eso se refiere el término “indistraibilidad” que plantea este autor (Quammen, 2010).

Existen diferentes patrones de migración, los cuales se dividen en categorías: organismo (facultativa, parcial y diferencial), espacio (bidireccional, vaivén, altitudinal y unidireccional), tiempo (estacional) y medio (deriva y diádromo) (Dingle & Drake, 2007). Drake *et al.* (1995), plantearon un modelo conceptual que llamaron “el sistema migratorio”, el cual está incorporado por cuatro componentes y por procesos; entre los componentes tenemos: 1) “campo de migración”, el cual se refiere al medio ambiente donde las especies migratorias se encuentran adaptados, 2) “síndrome de la migración”, que es el conjunto de características que permiten la actividad migratoria, 3) complejo genético, el cual está muy relacionado con el anterior, y 4) las trayectorias de la población (Dingle & Drake, 2007). Dentro de los procesos están la selección natural (se da a través de la diferencia de mortalidad y por el proceso de partición del territorio, en el que los diferentes fenotipos dirigen a los individuos a diferentes destinos), la expresión de genotipo y el comportamiento migratorio (Dingle & Drake, 2007).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 GENERAL**

Proponer modos de aplicación de los conceptos actuales de especies endémicas y de áreas de endemismo a especies animales migratorias.

## **5.2 ESPECÍFICOS**

- Precisar los conceptos de especies endémicas y de migración.
- Establecer si se puede hablar de especies animales migratorias como especies endémicas.
- Establecer si las definiciones que se han propuesto de áreas de endemismo pueden aplicarse a especies de animales migratorias.
- Precisar cómo se pueden utilizar las especies migratorias en estudios biogeográficos.

## **6. METODOLOGÍA**

Mediante revisión bibliográfica de artículos, libros y demás fuentes, se realizó una tabla donde se organizaron cronológicamente las diferentes definiciones que se han planteado alrededor de los conceptos de especies endémicas y de áreas de endemismo, representando mediante figuras las definiciones que se han propuesto sobre este último concepto. Además, se consultó bibliografía acerca del fenómeno de la migración organizando en una tabla las definiciones que se han formulado; igualmente, se construyó una tabla identificando los diferentes patrones que este fenómeno presenta, mostrando ejemplos de cada uno de ellos con la descripción y los mapas de las trayectorias de los viajes, y se identificó cuáles de estas especies son endémicas o no.

Por último, se realizó una tabla mostrando las especies animales que se han utilizado para llevar a cabo algunos estudios recientes alrededor de la biogeografía vicariante, especificando cuáles de estas son o no migratorias, obteniendo así una perspectiva de si se han tenido en cuenta especies de animales migratorias en biogeografía vicariante y si no es así, precisar cómo se pueden utilizar estas en estudios biogeográficos futuros.

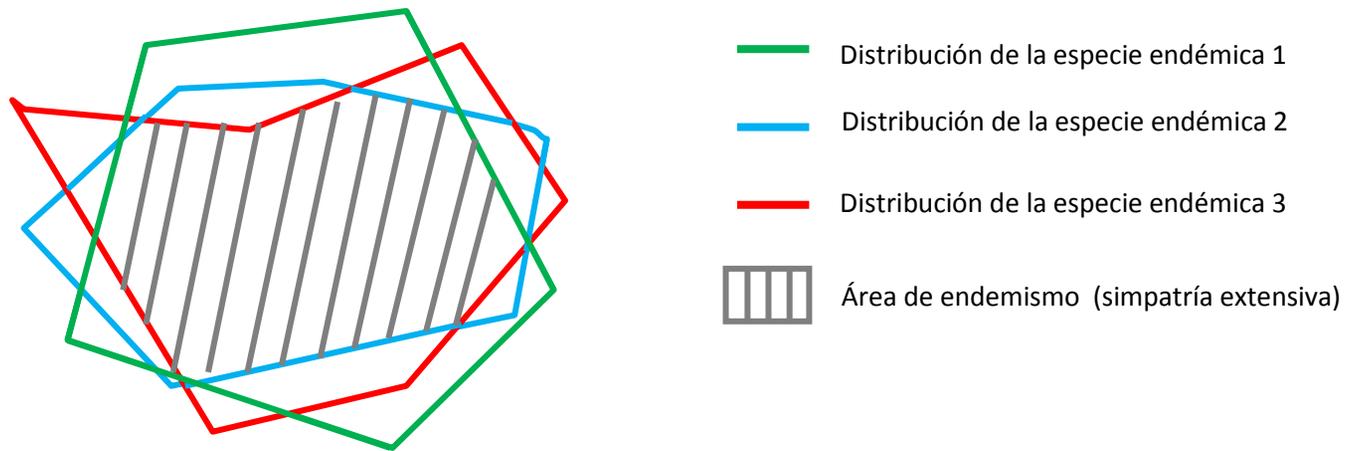
## **7. RESULTADOS**

**Tabla 1.** Definiciones que se han planteado alrededor del concepto de especies endémica.

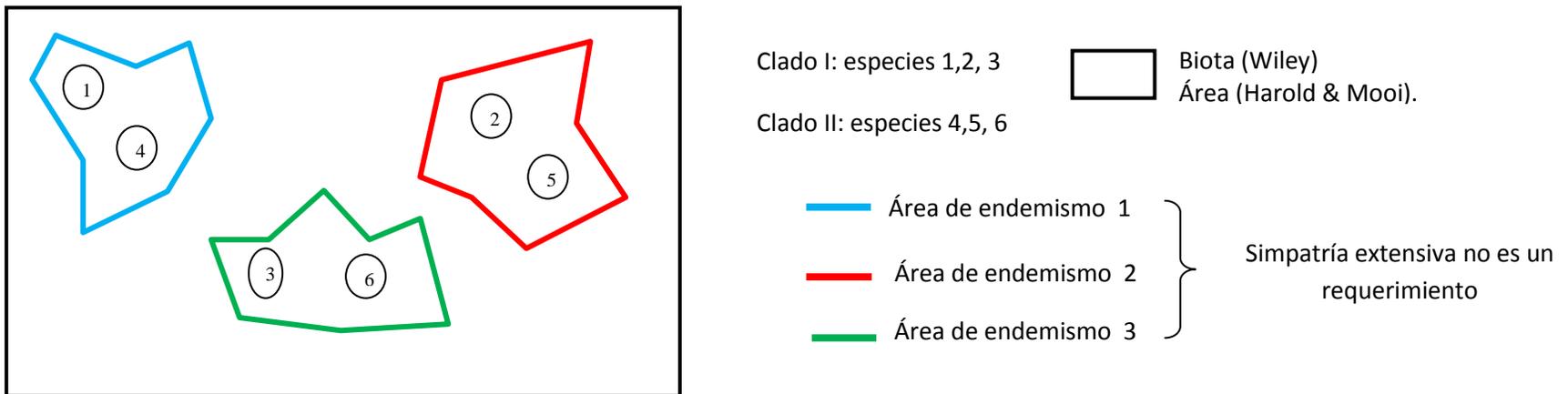
<b>ESPECIES ENDÉMICAS</b>			
<b>Good (1947)</b>	<b>Dansereau (1957)</b>	<b>Supplement to the Oxford English Dictionary (1972)</b>	<b>Hinz (1989)</b>
Cualquier especie o unidad taxonómica que presenta una distribución limitada a un determinado país o región (Anderson, 1994).	Taxón que presenta un alcance geográfico muy limitado (Anderson, 1994).	Especies vegetales o animales, el estado o condición de ser autóctono sólo en un área específica (Anderson, 1994).	Distribución restringida o muy localizada de un taxón (Anderson, 1994).

**Tabla 2.** Definiciones que se han planteado alrededor del concepto de áreas de endemismo.

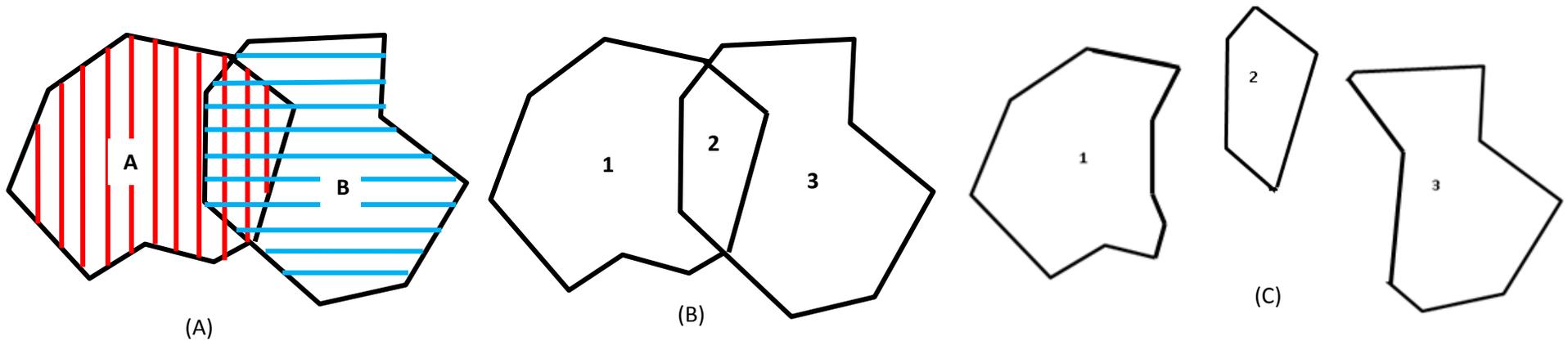
<b>AREAS DE ENDEMISMO</b>					
<b>Rose (1978)</b>	<b>Nelson &amp; Platnick (1981)</b>	<b>Wiley (1981)</b>	<b>Cracraft (1985)</b>	<b>Platnick (1991)</b>	<b>Morrone (1994)</b>
Regiones en donde la población evolucionó de forma aislada (Parenti & Ebach, 2009).	Áreas muy pequeñas que presentan un número significativo de especies que no se encuentran en ninguna otra parte; áreas delimitadas por las distribuciones coincidentes de los taxones que no se encuentran en ninguna otra parte (Morrone, 2009; Nelson & Platnick, 1981).	Áreas dentro de la biota (áreas geográficas naturales), donde se encuentran taxones endémicos de ésta (Wiley, 1981).	Áreas que demuestran distribución congruente de taxones constituyentes (Parenti & Ebach, 2009).	Un área de endemismo puede ser definida por los límites congruentes de distribución de dos o más especies, donde la congruencia no implica una correspondencia exacta en las distribuciones, sino más bien un grado más o menos extenso de simpatria (Parenti & Ebach, 2009).	Áreas de distribución congruente no aleatoria entre diferentes taxones (Parenti & Ebach, 2009; Morrone, 2009; Morrone, 1994).
<b>Axelius (1991)</b>	<b>Harold &amp; Mooi (1994)</b>	<b>Humphries &amp; Parenti (1999)</b>	<b>Linder (2001)</b>	<b>Hausdorf (2002)</b>	<b>Szumik <i>et al.</i> (2002)</b>
El área de endemismo debe trazarse a partir del área de superposición de dos o más áreas de distribución de un taxón, para lo cual es necesario obtener cladogramas de áreas a partir del cladograma de taxones (Parenti & Ebach, 2009; Axelius, 1991).	Región geográfica que comprende la distribución de dos o más taxones monofiléticos que muestran una congruencia tanto filogenética como de distribución y que tiene sus respectivos parientes encontrados en otras regiones definidas (Parenti & Ebach, 2009; Harold & Mooi, 1994).	Áreas definidas por la distribución de los taxones endémicos en esas áreas (Morrone, 2009; Humphries & Parenti, 1999).	Áreas delimitadas por la distribución congruente de por lo menos dos especies de rango restringido (Morrone, 2009; Linder 2001)	Para él las unidades básicas para un análisis biogeográfico son los elementos bióticos, los cuales son un grupo de taxones cuyas áreas de distribución son mucho más similares entre sí, que a los de los taxones de otros grupos (Morrone, 2009; Hausdorf, 2002).	Áreas que tienen muchos grupos diferentes que se encuentran allí y en ningún otro lado (Morrone, 2009; Szumik <i>et al.</i> , 2002).



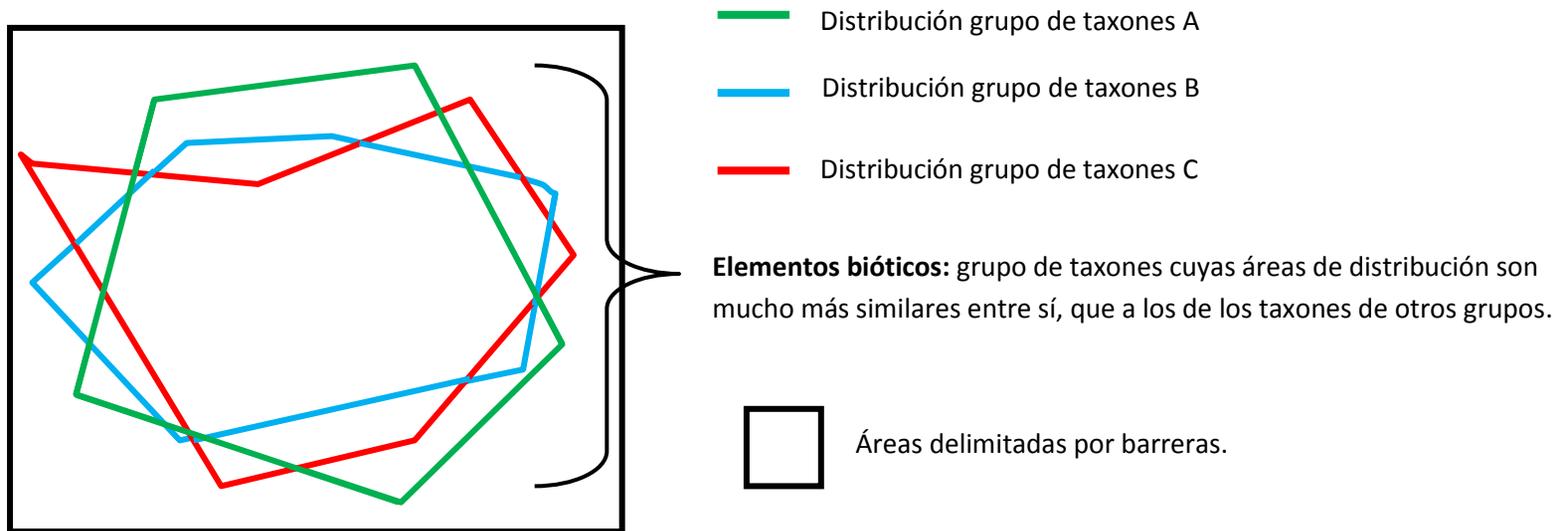
**Figura 1.** Distribución hipotética representando las definiciones de áreas de endemismo propuestas por: Nelson y Platnick (1981), Platnick (1991), Morrone (1994) y Linder (2001).



**Figura2.** Distribución hipotética representando la definición de áreas de endemismo propuestas por: Wiley (1981) y Harold & Mooi (1994).



**Figura 3.** Distribución hipotética representando la definición de áreas de endemismo propuestas por Axelius (1991); (A) áreas de distribución. (B) áreas 1 y 3 identificadas como áreas de endemismo, el área 2 puede ser: zona de superposición, área de endemismo en el área 1, área de endemismo en el área 3, área compuesta ó área de endemismo aparte con una única historia. (C) se identifica al área dos como un área separada de las áreas 1 y 3 (Modificada de Axelius).



**Figura 4.** Distribución hipotética representando la definición de elementos bióticos propuesta por Hausdorf (2002).

**Tabla 3.** Definiciones que se han planteado alrededor del concepto de migración.

<b>MIGRACIÓN</b>					
<b>Heape (1931)</b>	<b>Dingle (1996)</b>	<b>Hack &amp; Rubenstein (2001)</b>	<b>Newton (2003)</b>	<b>Dingle &amp; Drake (2007)</b>	<b>Convención de especies migratorias de animales silvestres (2002)</b>
Movimiento de periodicidad regular en la que los animales vuelven al sitio de su nacimiento o de incubación (Dingle, 1996).	Movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal o por su embarque activo en un vehículo. Depende de alguna inhibición temporal de las respuestas propias del mantenimiento de un territorio o un ámbito doméstico, pero promueve su recurrencia y desinhibición eventual (Dingle, 1996).	Movimientos entre hábitats o comunidades espacialmente diferentes, frecuentemente asociados con las diferentes fases del ciclo de vida de los migrantes (Dingle, 2006).	Movimiento de regreso a gran escala de una población que se produce cada año entre los lugares de reproducción y áreas de no reproducción (Dingle, 2006).	Movimientos sincronizados estacionales de ida y de vuelta, de las poblaciones de los “dos mundos” de áreas de reproducción y áreas de no reproducción (Dingle & Drake, 2007).	Fenómeno universal en virtud del cual los animales se trasladan periódicamente de una región a otra, a menudo de manera cíclica y previsible (Tomado de: <a href="http://www.wcmc.org.uk/cms">www.wcmc.org.uk/cms</a> . Consultado el 17 de Septiembre de 2011).

**Tabla 4a.** Ejemplos de los patrones de migración que se encuentran dentro de la categoría de organismos.

Patrones	Definición	Especie	Descripción
<b>Facultativa</b>  (ANEXO 1)	La disminución de oferta de alimento por debajo de los niveles adecuados para sostener una población hace que algunos animales inicien movimientos direccionales de longitud variables (MAVDT, 2009)	<i>Locusta migratoria</i> (Insecto)	Saltamontes que viaja en enjambres enormes a grandes distancias (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009).
		<i>Bolborhynchus lineola</i> (Ave)	Aves frugívoras neotropicales que rastrean los parches de árboles en fructificación a lo largo y ancho de amplias regiones (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009)
<b>Parcial</b>  (ANEXO 2)	Está relacionado con las estrategias de invernación de los animales; donde una fracción de la población pasa el invierno a nivel local, mientras que la otra fracción migra hacia otros sitios de no reproducción (Kaitala <i>et al.</i> , 1993).	<i>Zosterops lateralis</i> (Ave)	Algunos individuos son residentes y otros son migratorio, por lo que el número de migrantes y de residentes cambia de año en año dependiendo de las condiciones ambientales (Chan, 2005).
		<i>Antilocapra americana</i> (Mamífero)	Presentan dos migraciones de larga distancia dentro de la gran región de Yellowstone; la primera ocurre al oeste de Wyoming migrando unos 166-258 Km (un sentido) anualmente entre el Parque Nacional Grand Teton y la cuenca del río Green; mientras la segunda ocurre en el drenaje del alto río Yellowstone de Montana y Wyoming (80-130 km), migrando aproximadamente entre 1000-1500 animales (White <i>et al.</i> , 2007).

---

**Diferencial**

(ANEXO 3)

Cuando todos los individuos de una población migran, pero la distancia recorrida varía según el sexo y/o la edad (Dingle, 1996; Ketterson & Nolan, 1983).

*Anguilla rostrata*  
(Pez)

*Zonotrichia albicollis*  
*Sylvia atricapilla*  
*Junco hyemalis*  
(Aves)

Otro caso que se da es cuando los adultos migran mucho antes que los jóvenes.

A) *Pheucticus ludovicianus*  
B) *Pluvialis dominica*  
C) *Limosa haemastica*  
(Aves)

Las hembras maduras alcanzan una longitud de más o menos 45 cm, mientras que los machos rara vez exceden este tamaño; tanto la edad como la longitud se encuentran correlacionados positivamente con la distancia de migración por lo que las hembras tienden a ir más al norte que los machos (Dingle, 1996).

En las aves las hembras migran más lejos que los machos (Ritchison, sf.; Cantos, 1995; Leal *et al.*, 2004; Dingle, 1996).

A) Se reproducen al noreste de los Estados Unidos y al Sur de Canadá y migran a pasar el invierno a centro América y al norte de Colombia (Francis & Cooke, 1990; Lincoln, 1935).

B) Empiezan a dejar las áreas de reproducción a mediados de julio mucho antes que los jóvenes, quienes permanecen hasta mediados de octubre. Los adultos del este migran a lo largo de Canadá y luego, en un vuelo sin escalas, hasta la Pampa argentina, mientras que los adultos del oeste migran a lo largo del Océano Pacífico a varias localidades incluyendo las islas de Hawaii y la Marquesa (Lincoln, 1935).

C) Las áreas de reproducción son al oeste de Alaska (en Cohoe) y al norte de Manitoba (Provincia de Canadá). Primero migran los

adultos, a mediados de agosto, hacia Tierra del Fuego (Argentina, Chile), Uruguay y parte de Paraguay y luego viajan los jóvenes (Harrington *et al.*, s.f; Williamson & Smith, 1964).

**Tabla 4b.** Ejemplos de los patrones de migración que se encuentran dentro de la categoría de espacio.

Patrones	Definición	Especie	Descripción
<b>Bidireccional</b> (ANEXO 4)	Se ha considerado que la comida es el factor principal en la determinación de las rutas de migración entre áreas de reproducción y áreas de no reproducción entre las aves; solo los individuos que toman diferentes rutas de regreso son aquellos que presentan recursos alimenticios suficientes (Lincoln, 1935).	A) <i>Sterna paradisaea</i> B) <i>Dendroica striata</i> C) <i>Calidris melanotos</i> (Aves)	A) Presentan una distribución de reproducción circumpolar (alrededor del polo), en la latitudes altas del hemisferio norte (Groenlandia y en Islandia) e invernán en las latitudes altas del hemisferio sur (en la punta de África y en Suramérica) (Egtevang <i>et al.</i> , 2009). B) Migran desde el noreste de Estados Unidos a lo largo del océano Atlántico hasta la costa noreste de América del Sur durante el otoño; pero las condiciones cambian durante la primavera, por lo que la ruta de regreso lo hacen por el lado oeste, volando sobre tierra y no por el océano (Ritchison, sf). C) Donde su área de reproducción está por encima del círculo ártico hasta la costa atlántica de Labrador, Nueva Escocia y Nuevo Brunswick; migra tomando la ruta

			del Océano Atlántico hacia las costas de América del Sur y regresa al ártico tomando otra ruta que pasa por Venezuela y las grandes llanuras (Lincoln, 1935).
<b>Vaivén</b> (ANXEO 5)	Se refiere al movimiento que se hace entre los "dos mundos", es decir entre áreas de reproducción y áreas de no reproducción (Dingle & Drake, 2007).	<ul style="list-style-type: none"> <li>A) <i>Lathamus discolor</i></li> <li>B) <i>Vermivora chrysoptera</i></li> <li>C) <i>Contopus borealis</i></li> <li>D) <i>Hylocichla mustelina</i></li> <li>E) <i>Icterus galbula</i> (Aves)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A) Esta ave sólo se reproduce en los dos tercios orientales de la isla de Tasmania, es decir que es endémico reproductivo y pasa el invierno principalmente en los bosques del interior de la Gran Cordillera Divisoria entre Brisbane y Victoria a través del estrecho de Bass (Egtevang <i>et al.</i>, 2009; ACT Government, 1999).</li> <li>B) Se reproduce en los Grandes Lagos en Canadá y Estados Unidos, en los Montes Apalaches, Carolina del Norte y Nueva Inglaterra en Estados Unidos y migra hasta el norte de sur américa (Venezuela y Colombia) (Chavarría &amp; Duriaux, 2007).</li> <li>C) Su área de reproducción es en Pennsylvania a finales de mayo y comienzo de junio, e inicia su migración hacia el sur de América Central y al noreste de América del Sur, pasando el invierno en las montañas del norte de los Andes (Janssen, 1987).</li> <li>D) Se reproduce en el oeste del sur de Dakota, en Kansas y en Texas y migra hacia México específicamente a la península de Yucatán, Honduras y Nicaragua</li> </ul>

---

(McWilliams & Brauning, 2000; Stutchbury *et al.*, 2009).

- E) Reproduciéndose al Sur de Canadá desde “British Columbia” hasta Nueva Escocia y a través de los Estados Unidos excepto al oeste de Texas; migrando hacia Centro América y norte de Sur américa (McWilliams & Brauning, 2000).

---

**Altitudinal**

(ANEXO 6)

Ocurre entre diferentes elevaciones terrestres (Dingle & Drake, 2007).

- A) *Cephalopterus glabricollis*  
B) *Strix occidentalis*  
C) *Oreortyx pictus*  
D) *Dendragapus obscurus*  
(Aves)

- A) se reproduce en altitudes altas durante el periodo de máxima abundancia de frutos y vuelve a zonas más bajas en periodos de no reproducción donde la abundancia de frutos aumenta (Ritchison, sf).

- B) En la Sierra Nevada en California migra hacia zonas más bajas durante el invierno, puesto que le es más difícil capturar sus presa en las zonas altas donde las nevadas son más fuertes (Ritchison, sf).

- C) Habitan en las montañas. Es bastante curiosa debido a que su viaje anual desde áreas de reproducción a áreas de no reproducción lo hacen a pie (Line, 1993).
-

<b>Unidireccional</b> (ANEXO 7)	Los animales se transportan desde el lugar donde se produjeron a otro donde se reproducen y así producir la próxima generación antes de morir (Dingle & Drake, 2007).	<i>Autographa gamma</i> (Insecto)	Migra en otoño desde el norte de Europa hacia el norte de África y la cuenca del Mediterráneo; en primavera sus descendientes vuelven a migrar hacia el norte donde explotan un hábitat temporal favorable (Cardé, 2008)
------------------------------------	---	--------------------------------------	--

**Tabla 4c.** Ejemplos de los patrones de migración que se encuentran dentro de la categoría de tiempo.

Patrones	Definición	Especie	Descripción
<b>Estacional</b> (ANEXO 8)	Son etapas particulares del ciclo anual que implican movimientos entre dos o más áreas en las diferentes estaciones durante el ciclo anual (Dingle & Drake, 2007).	<i>Connochaetes taurinus</i> <i>Connochaetes gnou</i> (Mamíferos)	Inicia en Ngorongoro (sur de Serengeti) en abril cuando planicies se secan y grandes rebaños se reúnen para afrontar la larga caminata hacia el norte y el oeste. A finales de mayo, los rebaños han abandonado el corredor oeste para tomar las llanuras del norte de Serengeti, invadiendo finalmente la reserva kenyata entre finales de junio y principios de julio, cruzando en julio el “Sand river”, continuando hacia el oeste llegando el río Mara. Finalmente, llegan a la región de Masai Mara, ya en Octubre se da el viaje de regreso hacia el sur del Serengeti (Lister, 2003).

*Eubalaena glacialis*  
(Mamífero)

Alimentándose en la bahía de Fundy entre Maine, “New Brunswick” y “New Scotia”; las hembras preñadas emprenden una travesía de alrededor de 2200 kilómetros hasta las áreas donde van a parir cerca de las costas de Georgia y Florida y luego se devuelven; no se sabe con exactitud donde pasan el invierno los machos y las hembras no preñadas (Chadwick, 2008).

**Tabla 4d.** Ejemplos de los patrones de migración que se encuentran dentro de la categoría de medio.

Patrones	Definición	Especie	Descripción
<b>Deriva</b> (ANEXO 9)	Movimientos logrados principalmente por el transporte en el viento o la corriente, como es la dirección del viento el cual puede favorecer diferentes rutas en otoño y en primavera (Ritchison, sf);	<i>Macrosteles fascifrons</i> <i>Empoasca fabae</i> (Insectos)	Migran hacia el norte en primavera, especialmente arriba del valle del Mississippi donde son ayudados por los vientos del sur que soplan constantemente en ese momento (Dingle, 1972).
<b>Diádromo</b> (ANEXO 10)	Entre agua dulce y salada (Dingle & Drake, 2007). Anádromos: peces que pasan casi toda la vida en el mar y migran para reproducirse en agua dulce; catádromos, peces que pasan casi toda la vida en agua dulce y migran para reproducirse en el mar (Dingle & Drake, 2007).	<i>Oncorhynchus nerka</i> <i>O. gorbuscha</i> <i>O.keta</i> <i>O. ishawytscha</i> <i>O. kistch</i> (Peces)	Se encuentran desde la bahía de San Francisco (California) hacia el norte siguiendo la costa pacífica de Estados Unidos, Canadá y Alaska, el estrecho de Bering; los huevos eclosionan en agua dulce en la parte alta de los arroyos, las cuales migran inmediatamente hacia el mar (Dingle, 1996).

**Tabla 5.** Especies migratorias y al mismo tiempo endémicas de un sitio.

<b>Especie</b>	<b>Patrón de migración</b>	<b>Descripción</b>
<i>Antilocapra americana</i> (Mamífero)	Parcial	El berrendo es endémico de Norteamérica (Semarnat, 2009).
<i>Lathamus discolor</i> (Ave)	Vaivén	Este loro es endémico reproductivo de Tasmania, es decir que sólo se reproduce en esa área, esta se limita en gran medida con la distribución de la planta <i>Eucalyptus globulus</i> (Biodiversity conservation branch, 2010).
<i>Cephalopterus glabricollis</i> (Ave)	Altitudinal	Endémica de Costa Rica y Panamá (Arévalo, 2010)
<i>Connochaetes gnou</i> (Mamífero)	Estacional	Es endémico de la elevada meseta central en el sur de África (Brink, 2005).

**Tabla 6.** Algunos estudios recientes de biogeografía vicariante, especificando si las especies trabajadas son o no migratorias.

Estudio	Especie	Migratoria	No migratoria
Liu H, Hershler R. A test of the vicariance hypothesis of western North American freshwater biogeography. <i>Journal of biogeography</i> . 2007; 34: 534-548.	<i>Pyrgulopsis wongi</i>		X
Hausdorf B, Hennig C. Biogeographical tests of the vicariance model in Mediterranean land snails. <i>Journal of biogeography</i> . 2006; 33: 1202-1211.	Utilizaron 229 especies de caracoles de tierra.		X
Hausdorf B, Henning C. Does vicariance shape biota? Biogeographical of the vicariance model in the north-west European land snail fauna. <i>Journal of biogeography</i> . 2004; 31: 1751-1757.	Caracoles de tierra		X
Valencia C, Ríos J, Ruíz R. Phylogenetic and biogeography study of the Andean genus <i>Grundulus</i> (Teleostei: Characiformes: Characidae). <i>Vertebrate Zoology</i> . 2010; 60: 107-122.	<i>Grundulus quitoensis</i> <i>G. cochae</i> <i>G. bogotensis</i>		X
Emberton K. Exploratory phylogenetic and biogeographic analyses within three land-snail families in southeastern-most Madagascar. <i>Biological Journal of the Linnean Society</i> . 2000; 72 (4): 567-584.	Caracoles de tierra		X
Raxworthy C <i>et al.</i> Continental speciation in the tropics: contrasting biogeographic patterns of divergence in the <i>Uroplatus</i> leaf-tailed gecko radiation of Madagascar. <i>Journal of Zoology</i> . 2008; 275 (4): 423-440.	<i>Uroplatus alluaudi</i> <i>U. guentheri</i> <i>U. malahelo</i> <i>U. lineatus</i> <i>U. fimbriatus</i>		X
Braby M, Pierce N. Systematics, biogeography and diversification of the Indo-Australian genus <i>Delias</i> Hubner (Lepidoptera: Pieridae): phylogenetic evidence supports an “out-of-Australia” origin. <i>Systematic Entomology</i> . 2007; 32 (1): 2-25.	<i>Delia singhapura</i> <i>D. georgina</i> <i>D. nysa</i> <i>D. chrysomelaena</i> <i>D. stresemani</i>		X
Ritchie M <i>et al.</i> Patterns of speciation in endemic Mexican Goodeid fish: sexual conflict or early radiation? <i>Journal of Evolutionary Biology</i> . 2005; 18 (4): 922-929.	<i>Allotoca regalis</i> <i>A. maculate</i> <i>A. diazi</i> <i>A. dugesi</i>		X

<p>Chatzimanolis S, Trichas A, Giokas S, Mylonas M. Phylogenetic analysis biogeography of Aegean taxa of the genus <i>Dendarus</i> (Coleoptera: Tenebrionidae). <i>Insect Systematics &amp; Evolution</i>. 2003; 43 (3): 295-312.</p>	<p><i>Dendarus messenius</i> <i>D. caelatus</i> <i>D. tenellus</i> <i>D. plicatulus</i></p>		<p><b>X</b></p>
<p>Zanella F. Systematics and biogeography of the Bee genus <i>Caenonomada</i> Ashmead, 1899 (Hymenoptera: Apidea: Tapinotaspidini). <i>Studies on Neotropical Fauna and Environment</i>. 2002; 37 (3): 249-261.</p>	<p><i>Caenonomada bruneri</i> <i>C. labrata</i> <i>C. unicalcarata</i></p>		<p><b>X</b></p>

Se sugiere entonces el siguiente protocolo para la identificación de áreas de endemismo y de especies endémicas temporales:

1. Buscar las áreas de reproducción y áreas de no reproducción de las especies de animales migratorias que se vaya a en cuenta en el estudio.
2. Tener los mapas que muestran las zonas y las rutas de migración de las diferentes especies.
3. Buscar información de los meses en que las especies inician las migraciones y cuanto duran estas para ver si coinciden con otras especies.
4. Saber qué tipo de patrón de migración presenta cada especie (basándose en los propuestos por Dingle & Alistar, 2007).
5. Saber que especies de animales migratorias tomadas en el estudios son endémicas o no.
6. Buscar las áreas de endemismo que se hayan propuesto tanto en las áreas de reproducción como en las áreas de no reproducción.
7. Superponer los mapas de migración de las especies para poder identificar las posibles áreas de endemismo temporales.

## 8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La identificación de áreas de endemismo es importante tanto para la biogeografía histórica como para la conservación, constituyendo uno de los pasos fundamentales y uno de los procedimientos más problemáticos en los análisis de la biogeografía histórica (Domínguez *et al.*, 2006). Hace unos 20 años Henderson (1991), se lamentaba por la poca claridad y exactitud de la definición de áreas de endemismo y señaló la falta de un método general de funcionamiento para el reconocimiento y delimitación de áreas de endemismo; desde entonces se ha avanzado sobre esta problemática pero ha sido más bien limitada (Linder, 2001). Como se ve en la Tabla 2, se han planteado varias definiciones alrededor del concepto de áreas de endemismo; a simple vista, pareciera que todas las definiciones dicen lo mismo, pero hay algunos autores que dicen que para determinar un área de endemismo hay que tener en cuenta la simpatria extensiva (Fig. 1), mientras otros dicen que no es necesario que haya una superposición completa de la distribución de los taxones (Fig. 2). Axelius (1991), propone que la mejor forma es tomarlas como áreas separadas con una única historia, es decir que cada una representa un área de endemismo (Fig. 3); mientras que Hausdorf (2002), plantea que las áreas de endemismo no son las unidades adecuadas para los análisis dentro de la biogeografía vicariante, proponiendo a los elementos bióticos como los más adecuados (Fig. 4).

Por otra parte, se han planteado varias definiciones alrededor del concepto de migración (Tabla 3), teniendo en cuenta para este proyecto la propuesta por Dingle & Drake (2007):

“Movimientos sincronizados estacionales de ida y de vuelta, de las poblaciones de los “dos mundos” de áreas de reproducción y áreas de no reproducción”. Dentro de este fenómeno se pueden encontrar diferentes patrones dependiendo de la categoría: organismos, espacio, tiempo o medio; en la primera se encuentran los siguientes patrones de migración: facultativa, parcial y diferencial (Tabla 4a); en la segunda están: bidireccional, vaivén, altitudinal y unidireccional (Tabla 4b); en la categoría de tiempo está la estacional (Tabla 4c) y en la última están: deriva y diádromo (Tabla 4d).

Partiendo de uno de los principios de la biogeografía de la vicarianza, donde la congruencia de los patrones filogenéticos y biogeográficos de taxones distintos implica como causa probable una historia en común (Llorente & Morrone, 2001) y al analizar los mapas de migración (Anexo 2 y Anexo 5) de dos especies migratorias (*Zosterops lateralis* y *Lathamus discolor*), se ve que la

primera tiene una migración parcial y la segunda una de vaivén, se puede observar que las distribuciones de estas se superponen parcialmente tanto en Australia (zona sur específicamente en el estado de Victoria) como en Tasmania. Hay que tener en cuenta que las áreas de no reproducción son diferentes, *Z. lateralis* inverna en Tasmania, mientras que *L. discolor* en Australia; además esta última es endémica reproductiva de Tasmania, es decir que sólo se reproduce en esa área (Tabla 5) (Biodiversity conservation branch, 2010). Otro aspecto importante es que *Z. lateralis*, al tener un patrón de migración parcial, posee algunos individuos de la población que son residentes y otros migratorios (Chan, 2005), lo que posibilita la formación de áreas de endemismo en el estado de Victoria en épocas específicas del año; teniendo en cuenta la definición de área de endemismo propuesta por Cracraft (1985): “Áreas que demuestran distribución congruente entre taxones”.

Otro caso que se da al analizar los mapas de migración de las especies de aves: A) *Pheucticus ludovicianus*, B) *Hylocichla mustelina*, C) *Vermivora chrysoptera*, D) *Icterus galbula* y E) *Dendroica striata* (Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5), donde la primera presenta una migración diferencial, las siguientes tres especies migración de vaivén y la última migración bidireccional y que las primeras cuatro especies (A, B, C y D) es que podrían llegar a formar áreas de endemismo en Centro América (los mapas extrapolan las áreas de no reproducción verdadera), específicamente en las áreas de conservación: Amistad Caribe, Arenal, Cordillera Volcánica Central, Pacífico Central, Tempisque y Tortuguero (Anexo 11) (INBio, s.f), debido a que estas migran desde Estados Unidos y Canadá hacia estas zonas para pasar el invierno. Otra área de endemismo que se formaría con estas especies sería entre las especies A y B en México, específicamente en el estado de Yucatán.

Por otro lado, Cracraft (1985), examinó históricamente la biogeografía de la avifauna sudamericana, proponiendo 33 áreas de endemismo y nombrando taxones representativos para cada área; al observar los mapas de migración de las especies: A) *Pluvialis dominica* y B) *Limosa haemastica* (Anexo 3), al migrar casi al mismo tiempo entre los meses de julio y agosto, y al tener áreas de no reproducción muy similares, estas podrían ser parte de áreas de endemismo ya propuestas por Cracraft (1985). La especie A podría ser parte del área de endemismo “Serro do Mar”; la especie B de las áreas de endemismo: *Nothofagus* (Andes Chilenos) y Patagonia; por último las dos especies A y B podrían formar parte de las áreas de endemismo: Paraná y Chaco.

En cuanto a las áreas de reproducción la especie A y la especie *Calidris melanotos* (Anexo 4), podrían llegar a formar un área de endemismo entre los meses de enero y finales de junio, al norte de Alaska y norte de Canadá, antes de iniciar las migraciones.

Por otra parte, como se ve en la Tabla 5, se encontró que cuatro de los 33 ejemplos de especies de animales migratorias son endémicos de un área, concluyendo así, que las especies de animales migratorias también pueden llegar a ser especies endémicas, teniendo en cuenta la definición propuesta por Dansereau (1957): “Taxón que presenta un alcance geográfico muy limitado”. En cuanto a las definiciones que se han planteado alrededor del concepto de áreas de endemismo y a los estudios recientes encontrados sobre biogeografía vicariante, se puede llegar a concluir que ninguna de éstas tiene en cuenta a las especies de animales migratorias. Por lo que se proponen los términos de áreas de endemismo temporales y especies endémicas temporales, tomando así a todas las áreas de endemismo propuestas anteriormente como áreas de endemismo temporales, es decir que estas se pueden llegar a formar en los meses de no reproducción o en las áreas de reproducción de algunas especies migratorias. También algunas especies de animales migratorias podrían llegar a ser parte de áreas de endemismo ya propuestas, volviéndose especies endémicas temporales.

## Bibliografía

- Deo A, DeSalle R. Nested areas of endemism analysis. *Journal of Biogeography*. 2006; 33: 1511-1526.
- Hausdorf B. Units in Biogeography. *Systematic Biology*. 2002; 51 (4): 648-652.
- Lomolino M, Riddle B, Whittaker R, Brown J. *Biogeography*. Sinauer Associates. Estados Unidos. 2010, 878p.
- Dingle H, Drake V. What is migration?. *BioScience*. 2007; 57 (2): 113-121.
- Joseph L, Lessa E, Christidis L. Phylogeny and biogeography in the evolution of migration: shorebirds of the *Charadrius* complex. *Journal of Biogeography*. 1999; 26: 329-342.
- Ochoa L, Flores O. Áreas de diversidad y endemismo de la Herpetofauna Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. Las prensas de Ciencias. México. 2006, 211 p.
- Espinosa D, Llorente, J. Fundamentos de biogeografía filogenética. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1993, 133 p.
- Zunino M, Zullini A. Biogeografía, la dimensión espacial de la evolución. Primera edición en español. Fondo de Cultura Económica. México. 2003, 359 p.
- Llorente J, Morrone J. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2001. 277 p.
- Dobzhansky T. *Genetics of the Evolutionary Process*. Columbia University Press, New York. E.U.A. 1970. 505 p.
- Espinosa D, Morrone J, Llorente J, Flores O. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2002. 133 p.
- Müller P. Introducción a la zoogeografía. Primera edición. Editorial Blume. España. 1979. 232 p.

- Dingle H. Migration: The Biology of Life on the Move. Estados Unidos. 1996, 481 p.
- Bruderer B, Salewski V. Evolution of bird migration in a biogeographical context. Journal of Biogeography. 2008; 35: 1951-1959.
- Quammen D. Grandes migraciones. National Geographic en español. Noviembre de 2010; 34-55.
- Drake V, Gatehouse A. Insect migration: tracking resources through space and time. Cambridge University Press. New York. Estados Unidos. 1995, 478 p.
- Anderson S. Area and endemism. The Quarterly Review of Biology. 1994; 69 (4): 451-471.
- Parenti L, Ebach M. Comparative Biogeography. Discovering and Classifying Biogeographical Patterns of a Dynamic Earth. University of California Press, Ltd. London England. 2009, 295 p.
- Nelson G & Platnick N. Systematics and Biogeography. Cladistics and Vicariance. Columbia University Press. New York. Estados Unidos. 1981. 567 p.
- Morrone J. Evolutionary Biogeography. An Integrative approach with case studies. Columbia University Press. New York E.U.A. 2009, 301 p.
- Wiley E. Phylogenetics. The Theory and practice of phylogenetics systematic. Wiley-Interscience Publication. New York E.U.A. 1981. 439 p.
- Morrone J. On the identification of Area of Endemism. Systematic Biology. 1994; 43 (3): 438-441.
- Axelius B. Area of distribution and areas of endemism. Cladistics. 1991; 7: 197-199.
- Harold A & Mooi R. Areas of endemism: Definition and Recognition criteria. Systematic Biology. 1994; 43 (2): 261-266.
- Humphries C & Parenti L. Cladistic Biogeography. Interpreting patterns of plants and animal distributions. Oxford University Press. New York E.U.A. 1999. 187 p.

- Linder H. On Areas of Endemism, with an Example from the African Restionaceae. *Systematic Biology*. 2001; 50 (6): 892-912.
- Hausdorf B. Units in Biogeography. *Systematic Biology*. 2002; 51 (4): 648-652.
- Szumik C, Cuezco F, Goloboff P, Chalup A. An Optimality-Criterion to Determine Areas of Endemism. *Systematic Biology*. 2002; 51 (5): 806-816.
- Dingle H. Animal migration: is there a common migratory syndrome? *Journal of Ornithology*. 2006; 147: 212-220.
- Convención de Especies Migratorias de Animales Silvestres. Tomado de: [www.wcmc.org.uk/cms](http://www.wcmc.org.uk/cms). Consultado el 17 de Septiembre de 2011.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas. Plan Nacional de las Especies Migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. 2009.
- Kaitala A, Kaitala V, Lundberg P. A Theory of Partial Migration. *American Society of Naturalists*. 1993; 142: 59-81.
- Chan K. Partial migration in the silvereye (*Aves Zosteropidae*): pattern, synthesis and theories. *Ethology Ecology & Evolution*. 2005; 17: 349-363.
- White P, Davis T, Barnowe-Meyer K, Crabtree R, Garrot R. Partial migration and philopatry of Yellowstone pronghorn. *Biological Conservation*. 2007; 135: 502-510.
- Ketterson E, Nolan V. The evolution of differential bird migration. 1983;1: 357-402.
- Ritchison G. Avian Biology. [http://people.eku.edu/ritchisong/avian\\_biology.htm](http://people.eku.edu/ritchisong/avian_biology.htm). Consultado el 17 de Septiembre de 2011.
- Cantos F. Migración e invernada de la Curruca Capirotada (*Sylvia atricapilla*) en la península Ibérica. *Ecología*. 1995; 9: 425-433.

- Leal A, Monrós J, Barba E. Migration and Wintering of Blackcaps *Sylvia atricapilla* in Eastern Spain. *Ardeola*. 2004; 51: 345-355.
- Francis C, Cooke F. Differential timing of spring migration in Rose-breasted grosbeaks. *Field Ornithology*. 1990; 61: 404-412.
- Lincoln F. Migration of birds, circular 16. Kansas State University, Manhattan. 1935, 113 p.
- Harrington B, Picone C, Resende S, Leeuwenberg F. Hudsonian godwit *Limosa haemastica* migration in southern Argentina. *Western Hemisphere Section*. s.f.
- Williamson F, Smith M. The distribution and breeding status of the Hudsonian godwit in Alaska. *The Condor*. 1964; 66: 41-50.
- Egevang C, Stenhouse I, Phillips R, Petersen A, Fox J, Silk J. Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010; 107: 2078-2081.
- ACT Government. Swift Parrot (*Lathamus discolor*): A vulnerable species. Action plan No.16. Environment ACT. 1999. Canberra.
- Chavarría L, Duriaux G. *Vermivora chrysoptera*: Abundancia, distribución y uso del hábitat en la zona centro Norte de Nicaragua. *The Nature Conservancy* 2007.
- Janssen R. Birds in Minnesota. University of Minnesota. Estados Unidos. 1987, 352 p.
- McWilliams G & Brauning D. The Birds of Pennsylvania. Cornell University Press. Estados Unidos. 2000, 479 p.
- Line L. Silence of the Songbirds. *National Geographic*. 1993; 183 (6).
- Stutchbury B, Tarof S, Done T, Gow E, Kramer P, Tautin J, Fox J, Afanasyev V. Tracking long-distance songbird migration by using geolocators. *Science*. 2009 (323).
- Cardé R. Animal migration: Seasonal reversals of migration moths. *Current Biology*. 2008 (10).

- Lister J. Wildebeest migration, one of the great migrations. 2003.  
<http://www.kenyatravelideas.com/wildebeest-migration.html>. Consultado el 10 de Octubre de 2011.
- Chadwick D. Ballenas francas unas en extinción, otras reproduciéndose. National Geographic. 2008; 23 (4).
- Dingle H. Migration strategies of Insects. Science. 1972; 4028: 1327-1335.
- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). Programa de acción para la conservación de la especie: Berrendo (*Antilocapra americana*). 2009.
- Biodiversity Conservation Branch. Threatened species, Swift parrot (*Lathamus discolor*). 2010.
- Arévalo E. Efecto de la reducción del hábitat sobre la ecología de especies de aves de bosque en la Zona Protectora Arenal-Monteverde, Costa Rica. Boletín de Ciencia y Tecnología. Boletín N°94. 2010.
- Brink J. The evolution of the black wildebeest, *Connochaetes gnou* and modern large mammal faunas in central Southern Africa. University of Stellenbosch. Sur África. 485 p.
- Domínguez M *et al.* Areas of endemism of the Patagonian steppe: an approach based on insect distributional patterns using endemism analysis. Journal of Biogeography. 2006; 33: 1527-1537.
- Henderson I. Biogeography without area? Australian Systematic Botany. 1991;4:59-71.
- Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica: Tomado de:  
<http://www.inbio.ac.cr/es/default.html>; consultado el: 15 de Noviembre de 2011.
- Cracraft J. Historical Biogeography and Patterns of differentiation within the South American Avifauna: Areas of Endemism. Ornithological Monographs. Neotropical Ornithology. 1985; 36: 49-84.

## ANEXO 1.

### Migración facultativa

*Locusta migratoria*



Tomado de: ozanimals.com

*Bolborhynchus lineola*



Tomado de:  
<http://avesmx.conabio.gob.mx>



Tomado de: <http://avesmx.conabio.gob.mx>

Áreas donde se encuentra el loro *Bolborhynchus lineola*.

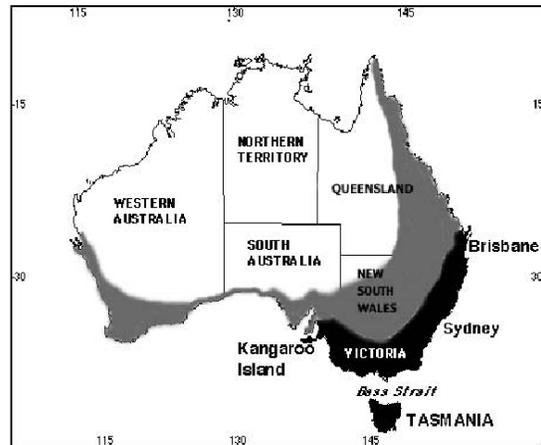
## ANEXO 2.

### Migración parcial

#### *Zosterops lateralis*



Tomado de: anthropysis.blogspot.com

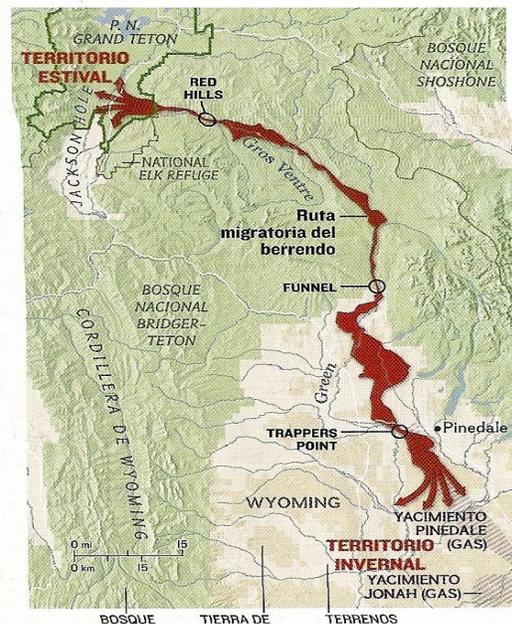


Distribución geográfica de los pájaros de anteojos (*Zosterops lateralis*) en Australia (tono claro) y los rangos de invernada en Tasmania donde se reproducen (tono oscuro) (Chan, 2005).

#### *Antilocapra americana*



Tomado de:  
newswatch.nationalgeographic.com



Tomado de: National Geographic en español Noviembre de 2010, pag 52.

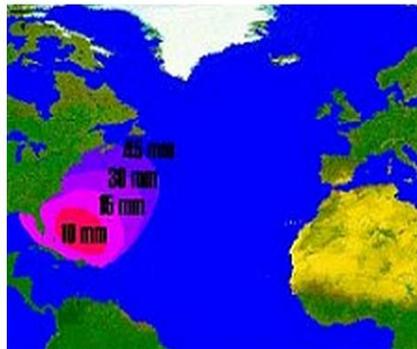
### ANEXO 3.

#### Migración diferencial

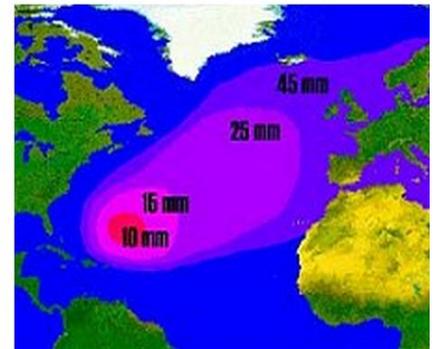
*Anguilla rostrata*



Tomado de: sms.si.edu



Migración hacia Norteamérica



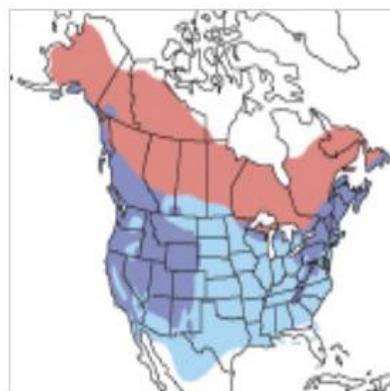
Migración hacia Europa

Tomado de: cofradiadelaangula.com

*Junco hyemalis*



Tomado de: llposters.es



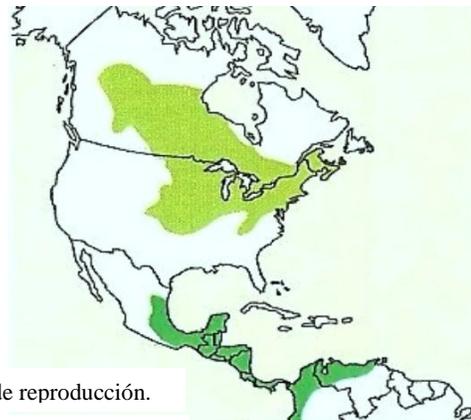
- Área de reproducción generalmente en primavera y verano.
- Área todo el año.
- Invernada.

Tomado de: <http://animals.nationalgeographic.com>

*Pheucticus ludovicianus*



Tomado de: ecoturismoeduca.com



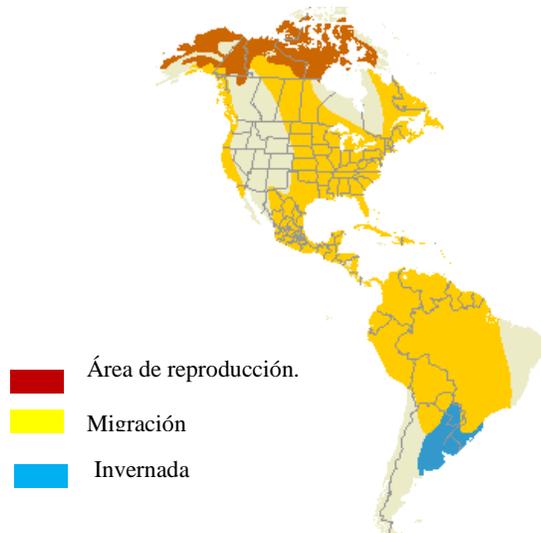
Área de reproducción.  
Invernada.

Tomado de: National Geographic. 1993; 183 (6).

*Pluvialis dominica*



Tomado de: ucema.edu.ar



Área de reproducción.  
Migración  
Invernada

Tomado de: <http://ornitoaddiction.blogspot.com>

*Limosa haemastica*



Tomado de: roysephotos.com



Área de reproducción.  
Invernada.

Tomado de: <http://www.borealbirds.org>.

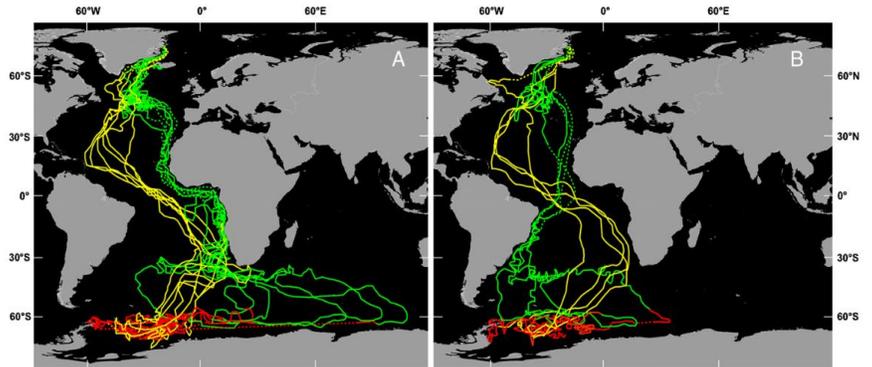
## ANEXO 4.

### Migración bidireccional.

#### *Sterna paradisaea*



Tomado de: birding.in

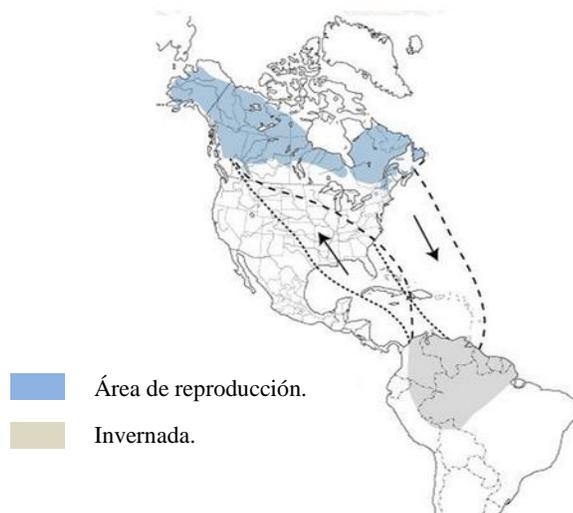


Geolocalización del seguimiento de 11 Golondrinas árticas (*Sterna paradisaea*) desde las áreas de reproducción en Groenlandia (n=10 aves) e Islandia (n=1 ave). Verde: migración de otoño después de la reproducción (Agosto-Noviembre), rojo= rango de invierno (Diciembre-Marzo) y amarillo =migración de primavera cuando se regresan (Abril-Mayo). Dos rutas de migración hacia el sur se adoptaron en el atlántico sur ya sea en la costa este de África (A) o en la costa Brasileira (B); las línea punteadas muestran los lugares durante los equinoccios. Tomado de: Egtevang *et al.* 2009.

#### *Dendroica striata*



Tomado de: flickr.com



Área de reproducción.

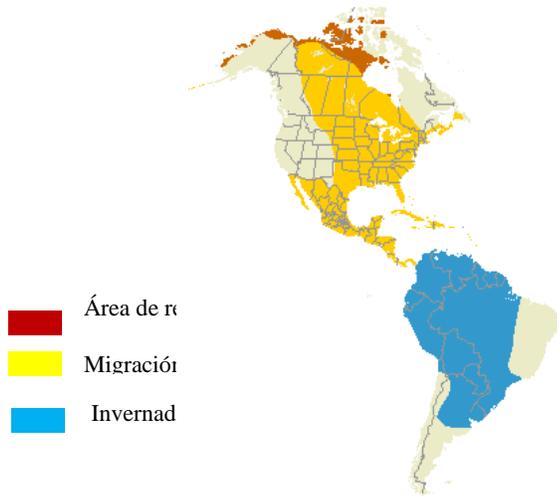
Invernada.

Tomado de: [http://www.eku.edu/search?as\\_q=avian%20migration](http://www.eku.edu/search?as_q=avian%20migration)

*Calidris melanotos*



Tomado de: <http://ornitoaddiction.blogspot.com>



Tomado de: <http://ornitoaddiction.blogspot.com>

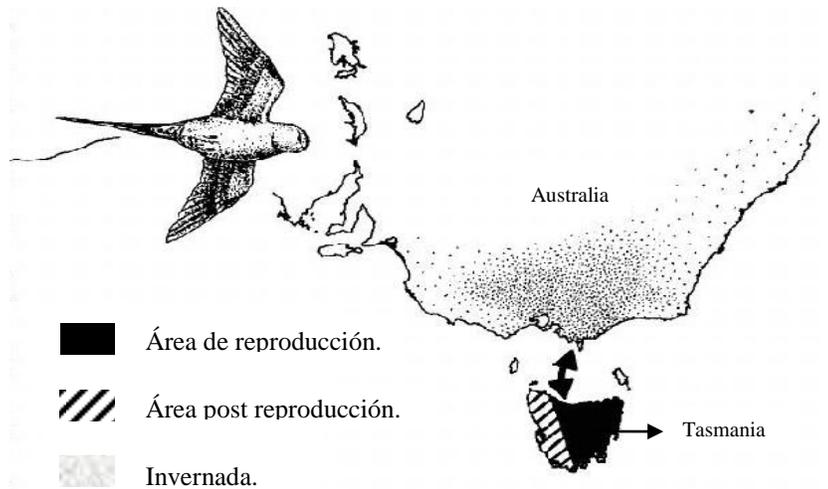
**ANEXO 5.**

**Migración vaivén**

*Lathamus discolor*



Tomado de: flickr.com



*Vermivora chrysoptera*



Tomado de: flickr.com



Tomado de: <http://gwwa.org/ecology.html>

*Contopus borealis*



Tomado de: ao.com.br



Tomado de: National Geographic. 1993: 183 (6).

*Hylocichla mustelina*



Tomado de fotonaturaleza.net

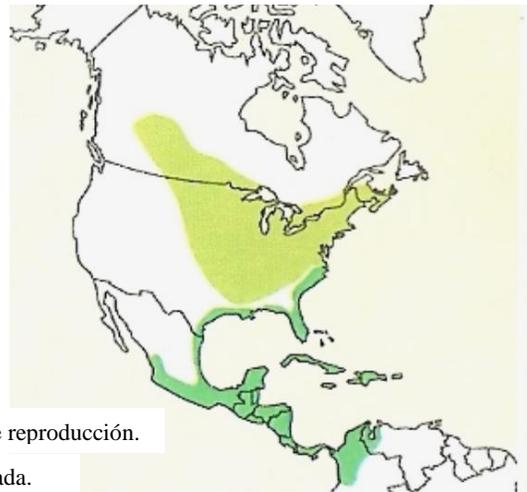


Tomado de: National Geographic. 1993; 183 (6).

*Icterus galbula*



Tomado de: animals.com



Tomado de: National Geographic. 1993: 183 (6).

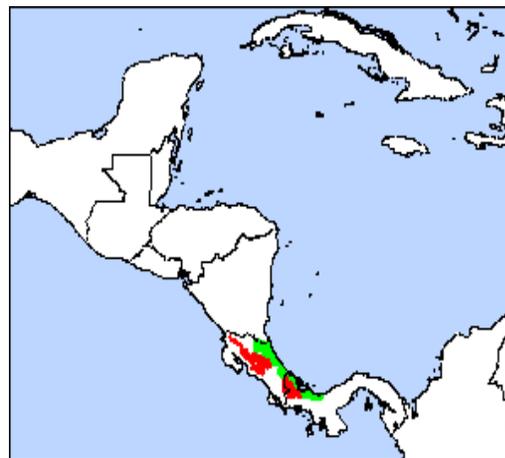
## ANEXO 6.

### Migración altitudinal

*Cephalopterus glabricollis*



Tomado de: en.paperblog.com



Tomado de: birdlife.org

Distribución de Paraguas de Cuello desnudo.

*Strix occidentalis*



Tomado de: owlpages.com



Tomado de: owlpages.com

Distribución de Búho Manchado.

## ANEXO 7.

### Migración unidireccional

*Autographa gamma*



Tomado de: circulonayarit.org

## ANEXO 8.

### Migración estacional

*Connochaetes taurinus*

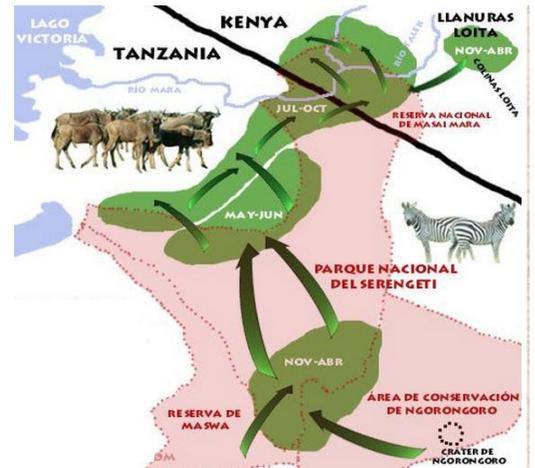


Tomado de: animal.org

*Connochaetes gnou*



Tomado de: flickr.com



Tomado de: <http://www.kenyalogy.com>

*Eubalaena glacialis*



Tomado de: conservationreport.com



Tomado de: clas.ufl.edu

## ANEXO 9.

### Migración a la deriva

*Empoasca fabae*



Tomado de: [homepages.ius.edu](http://homepages.ius.edu)

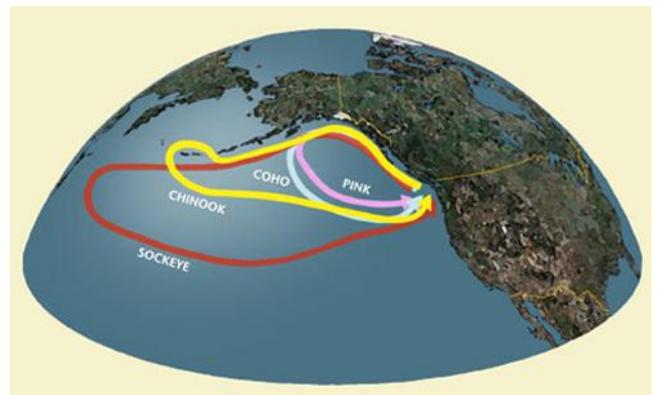
## ANEXO 10.

### Migración diádromo

*Oncorhynchus nerka*



Tomado de: [umich.edu](http://umich.edu)

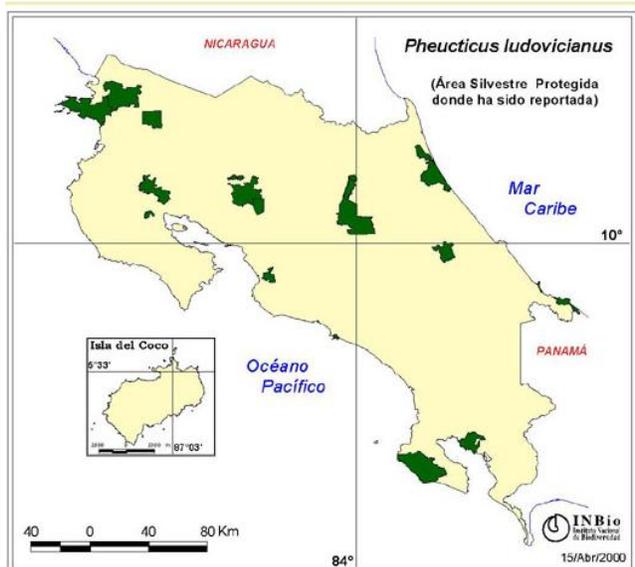


Tomado de: [morning-earth.org](http://morning-earth.org)

## ANEXO 11.

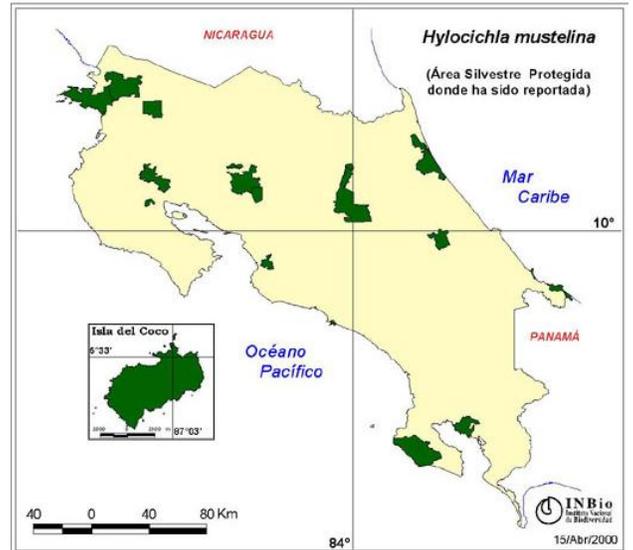
### Áreas de conservación en Costa Rica

#### B) *Pheucticus ludovicianus*



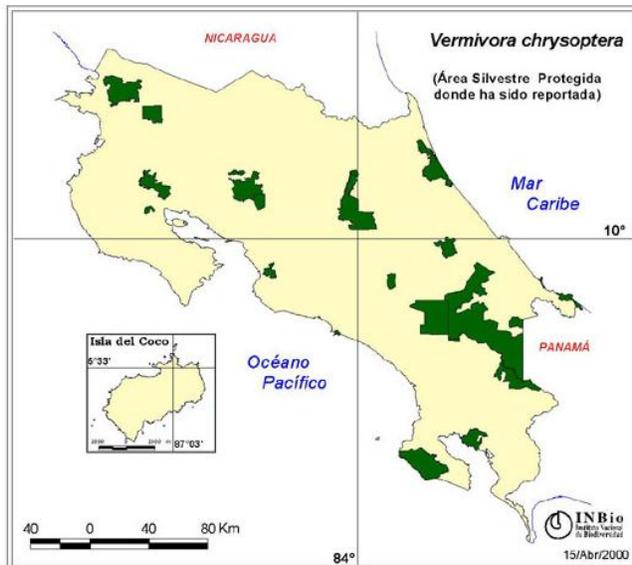
Tomado de: <http://darnis.inbio.ac.cr>

#### B) *Hylocichla mustelina*



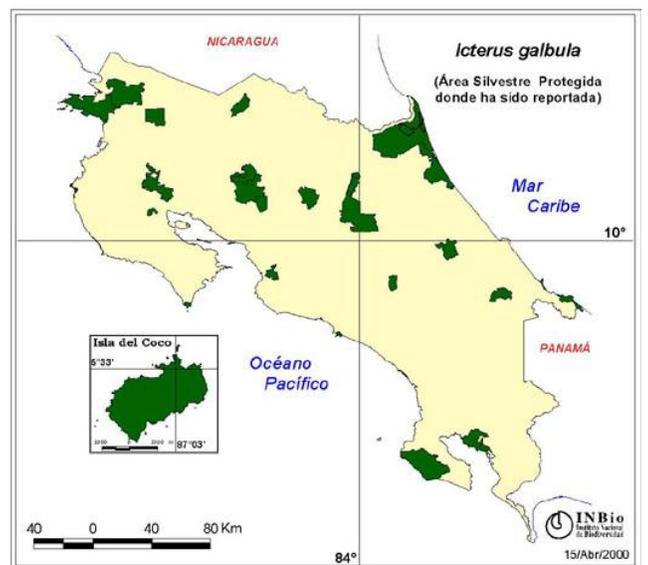
Tomado de: <http://darnis.inbio.ac.cr>

#### C) *Vermivora chrysoptera*



Tomado de: <http://darnis.inbio.ac.cr>

#### D) *Icterus galbula*



Tomado de: <http://darnis.inbio.ac.cr>