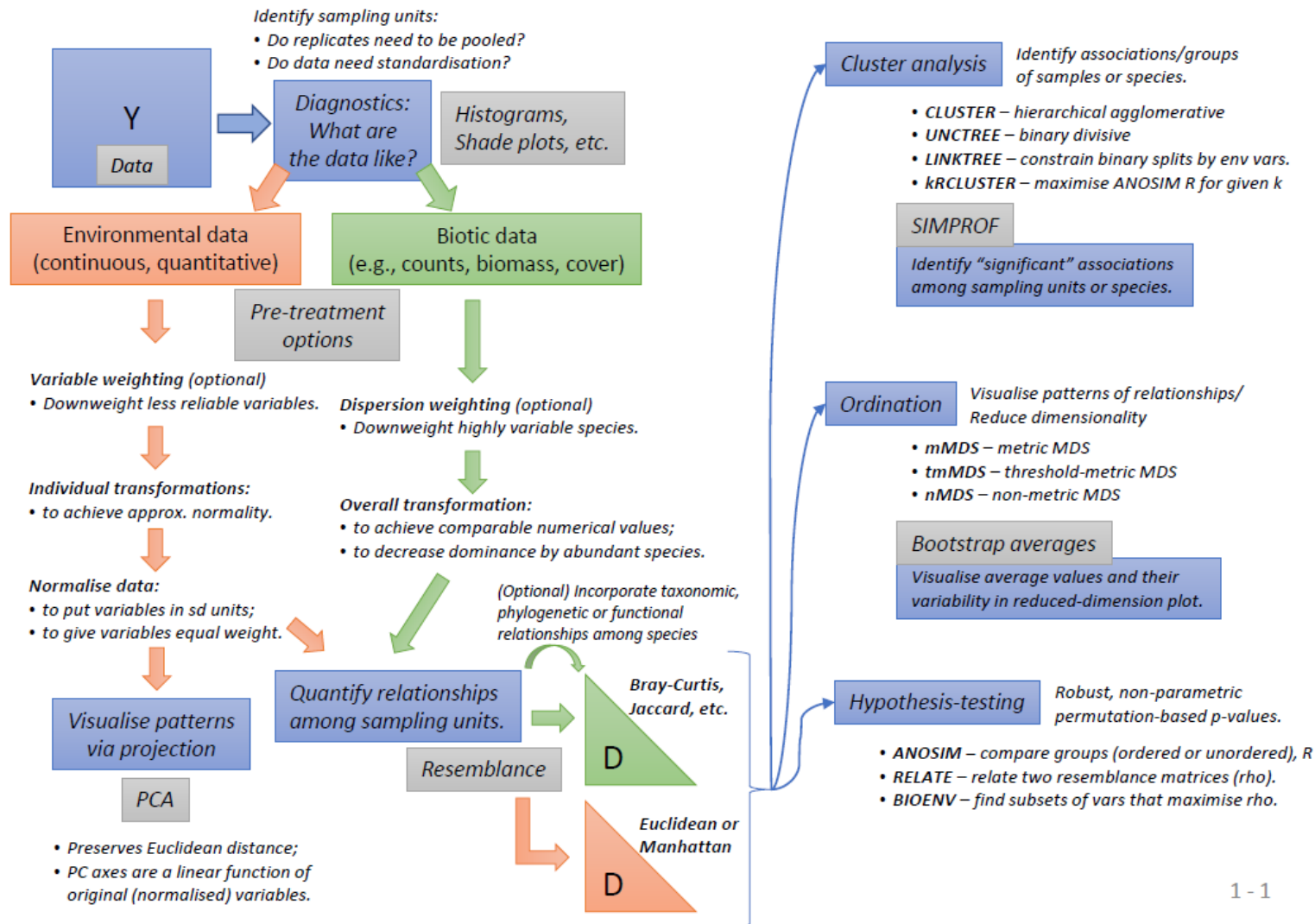


PRIMER / PERMANOVA: Fundamentos

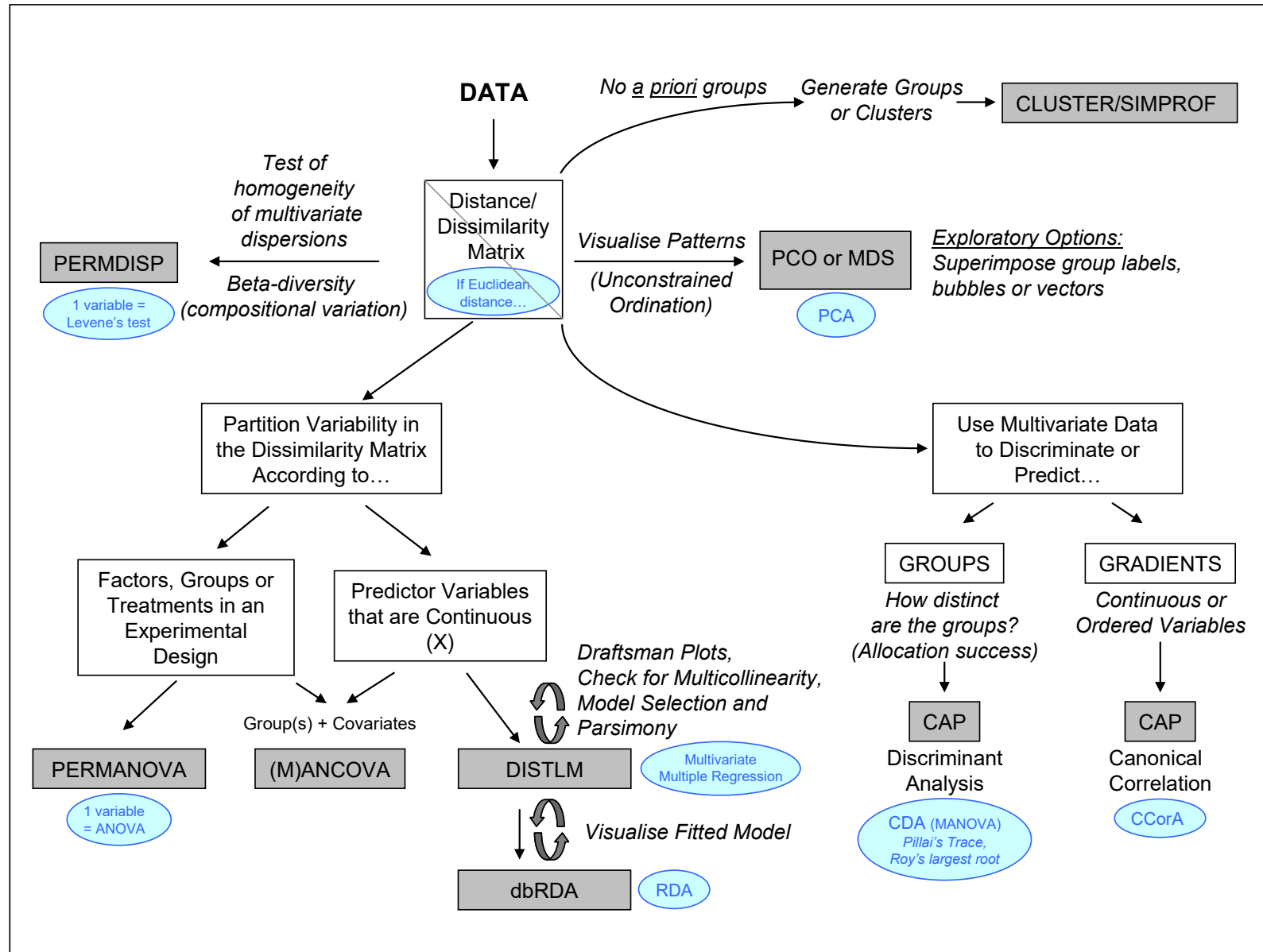
Temas

1. Propiedades de los datos multivariante
 - a. Opciones de pretratamiento, que incluyen: transformación, estandarización y normalización.
 - b. Medidas de distancia/disimilitud/similitud para diferentes tipos de datos
2. Análisis de conglomerados (**CLUSTER**), incluyendo pruebas de estructura significativa dentro de conglomerados (**SIMPROF**) para permitir clasificaciones no arbitrarias de muestras o variables (especies)
3. Ordenación *via* proyección:
 - a. Análisis de componentes principales (**PCA**); y
 - b. Análisis de coordenadas principales (**PCO**)
4. Ordenación para preservar las relaciones entre muestras *a través* de un escalamiento multidimensional no métrico (**nMDS**)
5. Relacionar datos bióticos con abióticos, incluyendo pruebas de asociación entre matrices de semejanza (**RELATE**)
6. Encontrar subconjuntos óptimos de variables ambientales (u otras) que generen una "mejor" coincidencia con los patrones entre las muestras en función de las variables de las especies (**BEST – BIOENV**)
7. Pruebas de permutación no paramétricas para diferencias entre *grupos de muestras a priori*:
 - a. Análisis de Similitud (**ANOSIM**);
 - b. Ordenación de **promedios de Bootstrap**; y
 - c. Búsqueda de variables importantes (**SIMPER** y **BEST – BVSTEP**)
8. Separación de la variación de datos multi dimensionales sobre la base de una medida de semejanza de elección y pruebas de diferencias en los centroides (ubicación) para *grupos a priori* (**PERMANOVA**), incluyendo:
 - a. Construcción de contrastes *a priori* ;
 - b. Pruebas de interacciones; y
 - c. Pruebas pareadas
9. Variación multivariada (dispersión), pruebas de homogeneidad de dispersiones multivariadas y comparaciones de *Beta* diversidad (**PERMDISP**);
10. Diseños experimentales multifactoriales complejos (**PERMANOVA**), que incluyen:
 - a. Factores fijos/aleatorios; Relaciones cruzadas/anidadas; Cuadrados Medios Esperados; Componentes de la variación; Tipos de SS; Covariables; Diseños desbalanceados
 - b. **Gráficos de centroides** para efectos e interacciones principales.
11. Ajuste de datos de respuesta multivariadas (p. ej., especies) a variables predictivas continuas (p. ej., ambientales), que incluyen:
 - a. Selección de modelos (**DISTLM**); y
 - b. Análisis de redundancia basado en disimilitudes (**dbRDA**) para visualizar la variación ajustada
12. Resumen y resumen de la semana / Sesión abierta de preguntas y respuestas / Sesión de datos propios.

Analysis Pathways in PRIMER



Descripción general de las herramientas y métodos en PERMANOVA+



Algunos artículos clave y comunmente citados sobre los métodos PRIMER / PERMANOVA+

PRIMER

- Clarke KR (1990) Comparaciones de curvas de dominancia. *J Exp Mar Biol Ecol* 138: 143-157
- Clarke KR (1993) Análisis multivariados no paramétricos de cambios en la estructura de la comunidad. *Aust J Ecol* 18: 117-143
- Clarke KR (1999) Análisis multivariado no métrico en ecotoxicología a nivel comunitario. *Environ Toxicol Chem* 18: 118-127
- Clarke KR, Ainsworth M (1993) Un método para vincular la estructura comunitaria multivariada con las variables ambientales. *Mar Ecol Prog Ser* 92: 205-219
- Clarke KR, Chapman MG, Somerfield PJ, Needham HR (2006) Ponderación basada en la dispersión de los recuentos de especies en análisis de ensamblaje. *Mar Ecol Prog Ser* 320: 11-27
- Clarke KR, Gorley RN (2001, 2006, 2015) *PRIMER v5, v6, v7: Manual de usuario/tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, Reino Unido, 91 págs, 192 págs, 296 págs.
- Clarke KR, Green RH (1988) Diseño estadístico y análisis para un estudio de 'efectos biológicos'. *Mar Ecol Prog Ser* 46: 213-226
- Clarke KR, Somerfield PJ, Airolidi L, Warwick RM (2006) Explorando las interacciones mediante análisis comunitarios de segunda etapa. *J Exp Mar Biol Ecol* 338: 179-192
- Clarke KR, Somerfield PJ, Chapman MG (2006) Sobre las medidas de semejanza para estudios ecológicos, incluidas las disimilitudes taxonómicas y un coeficiente de Bray-Curtis ajustado a cero para ensamblajes denudados. *J Exp Mar Biol Ecol* 330: 55-80
- Clarke KR, Somerfield PJ, Gorley RN (2008). Pruebas exploratorias de hipótesis nulas para datos comunitarios: perfiles de similitud y vinculación biota-ambiente. *J Exp Mar Biol Ecol* 366: 56-69
- Clarke KR, Somerfield PJ, Gorley RN (2016) Agrupamiento en análisis multivariados no paramétricos. *J Exp Mar Biol Ecol* 483: 147-155.
- Clarke KR, Tweedley JR, Valesini FJ (2014) Los gráficos de sombra simples ayudan a mejorar las opciones a largo plazo del pretratamiento de datos en estudios de ensamblaje multivariados. *J Mar Biol Assoc Reino Unido* 94: 1-16
- Clarke KR, Warwick RM (1994, 2001, 2014) *Cambio en las comunidades marinas: un enfoque para el análisis estadístico y la interpretación*. PRIMER-E, Plymouth, Reino Unido. 1ª ed.: 144 págs.; 2ª ed.: 172 págs. 3ª ed: (autores: Clarke KR, Gorley RN, Somerfield PJ, Warwick RM) 260pp
- Clarke KR, Warwick RM (1998) Cuantificación de la redundancia estructural en comunidades ecológicas. *Ecología* 113: 278-289
- Clarke KR, Warwick RM (1998) Un índice de distinción taxonómica y sus propiedades estadísticas. *J Appl Ecol* 35: 523-531
- Clarke KR, Warwick RM (2001) Un índice de biodiversidad adicional aplicable a las listas de especies: variación en la distinción taxonómica. *Mar Ecol Prog Ser* 216: 265-278
- Field JG, Clarke KR, Warwick RM (1982) Una estrategia práctica para analizar los patrones de distribución de múltiples especies. *Mar Ecol Prog Ser* 8: 37-52
- Somerfield PJ, Clarke KR (1995) Niveles taxonómicos, en estudios de comunidades marinas, revisados. *Mar Ecol Prog Ser* 127: 113-119
- Somerfield PJ, Clarke KR (2013) Análisis inverso en análisis multivariados no paramétricos: distinción de grupos de especies asociadas que covarían coherentemente entre muestras. *J Exp Mar Biol Ecol* 449: 261-273
- Somerfield PJ, Clarke KR, Gorley RN (2021a) Un estadístico de análisis generalizado de similitudes (ANOSIM) para diseños con factores ordenados. *Ecología Austral* 46: 901-910.

- Somerfield PJ, Clarke KR, Gorley RN (2021b) Análisis de similitudes (ANOSIM) para diseños de 2 vías utilizando un estadístico ANOSIM generalizado, con notas comparativas sobre el análisis multivariante permutacional de la varianza (PERMANOVA). *Ecología Austral* 46: 911-926.
- Somerfield PJ, Clarke KR, Gorley RN (2021c) Análisis de similitudes (ANOSIM) para diseños de 3 vías. *Ecología Austral* 46: 927-941.
- Somerfield PJ, Clarke KR, Olsford F (2002) Una comparación del poder de las pruebas categóricas y correlacionales aplicadas a los datos de ecología comunitaria a partir de estudios de gradientes. *J Anim Ecol* 71: 581-593
- Warwick RM, Clarke KR (1991) Una comparación de algunos métodos para analizar los cambios en la estructura de la comunidad bentónica. *J Mar Biol Culo Reino Unido* 71: 225-244
- Warwick RM, Clarke KR (1993) Aumento de la variabilidad como síntoma de estrés en las comunidades marinas. *J Exp Mar Biol Ecol* 172: 215-226
- Warwick RM, Clarke KR (1995) Las nuevas medidas de "biodiversidad" revelan una disminución en la distinción taxonómica con el aumento del estrés. *Mar Ecol Prog Ser* 129: 301-305
- Warwick RM, Clarke KR (1998) Distinción taxonómica y evaluación ambiental. *J appl Ecol* 35: 532-543
- Warwick RM, Clarke KR (2001) Medidas prácticas de la biodiversidad marina basadas en la relación de las especies. *Oceanog Mar Biol Ann Rev* 39: 207-231

PERMANOVA+

- Anderson MJ (2001) Un nuevo método para el análisis multivariado no paramétrico de la varianza. *Austral Ecol* 26: 32-46
- Anderson MJ (2001) Pruebas de permutación para el análisis univariado o multivariado de la varianza y la regresión. *Can J Fish Aquat Sci* 58: 626-639
- Anderson MJ (2006) Pruebas basadas en la distancia para la homogeneidad de dispersiones multivariantes. *Biometría* 62: 245-253
- Anderson MJ (2008) Revisión de las relaciones animal-sedimento: caracterización de las distribuciones de las especies a lo largo de un gradiente ambiental mediante análisis canónico y splines de regresión cuantílica. *J Exp Mar Biol Ecol* 366: 16-27
- Anderson MJ (2017) Análisis multivariante permutacional de la varianza (PERMANOVA). *Wiley StatsRef: Referencia de estadísticas en línea*. 1 – 15. ID del artículo: stat07841. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>
- Anderson MJ, Crist TO, Chase JM, Vellend M, Inouye BD, Freestone AL, Sanders NJ, Cornell HV, Comita LS, Davies KF, Harrison SP, Kraft NJB, Stegen JC, Swenson NG (2011) Navegando por los múltiples significados de $\lambda\alpha$ diversidad: una hoja de ruta para el ecólogo practicante. *Ecol Lett* 14: 19-28
- Anderson MJ, Connell SD, Gillanders BM, Diebel CE, Blom WM, Landers TJ, Saunders JE (2005) Relaciones entre la resolución taxonómica y las escalas espaciales de la variación multivariada en ensamblajes de algas marinas. *J Anim Ecol* 74: 636-646
- Anderson MJ, de Valpine P, Punnett A, Miller AE (2019) Una vía para el análisis multivariado de comunidades ecológicas utilizando cópulas. *Ecol Evol* 9: 3276-3294
- Anderson MJ, Diebel CE, Blom WM, Landers TJ (2005) Consistencia y variación en ensamblajes de algas: patrones espaciales de biodiversidad para los principales filos en diferentes resoluciones taxonómicas. *J Exp Mar Biol Ecol* 320: 35-56
- Anderson MJ, Ellingsen KE, McArdle BH (2006) Dispersión multivariante como medida de la diversidad beta. *Ecol Lett* 9: 683-693
- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR (2008) *PERMANOVA+ para PRIMER: Guía de software y métodos estadísticos*. PRIMER-E: Plymouth, Reino Unido, 214 págs.
- Anderson MJ, Gribble NA (1998) Partición de la variación entre componentes espaciales, temporales y ambientales en un conjunto de datos multivariante. *Aust J Ecol* 23: 158-167

- Anderson MJ, Legendre P (1999) Una comparación empírica de los métodos de permutación para pruebas de coeficientes de regresión parcial en un modelo lineal. *J Statist Comput Sim* 62: 271-303
- Anderson MJ, Millar RB (2004) Variación espacial y efectos del hábitat en los ensambles de peces de arrecife templado en el noreste de Nueva Zelanda. *J Exp Mar Biol Ecol* 305(2): 191-221
- Anderson MJ, Robinson J (2003) Análisis discriminante generalizado basado en distancias. *Aust NZ J Stat* 45: 301-318
- Anderson MJ, Robinson J (2001) Pruebas de permutación para modelos lineales. *Aust NZ J Stat* 43: 75-88
- Anderson MJ, Santana-Garçon J (2015) Medidas de precisión para el análisis multivariado basado en la disimilitud de comunidades ecológicas. *Ecol Lett* 18: 66-73.
- Anderson MJ, ter Braak CJF (2003) Pruebas de permutación para el análisis multifactorial de la varianza. *J Statist Comput Sim* 73: 85-113
- Anderson MJ, Walsh DCI (2013) ¿Qué hipótesis nula está probando? PERMANOVA, ANOSIM y la prueba de Mantel ante dispersiones heterogéneas. *Ecol Monogr* 83: 557-574
- Anderson MJ, Walsh DCI, Clarke KR, Gorley RN, Guerra-Castro E (2017) Algunas soluciones al problema multivariante de Behrens-Fisher para análisis basados en disimilitudes. *Aust NZ J Stat.* 59: 57-79
- Anderson MJ, Walsh DCI, Sweatman WL, Punnett AJ (2022) Modelos no lineales de las respuestas de las especies a los gradientes ambientales y espaciales. *Cartas de Ecología* 25: 2739-2752
- Anderson MJ, Willis TJ (2003) Análisis canónico de coordenadas principales: un método útil de ordenación restringida para la ecología. *Ecología* 84: 511-525
- Legendre P, Anderson MJ (1999) Análisis de redundancia basado en la distancia: prueba de respuestas multiespecie en experimentos ecológicos multifactoriales. *Ecol Monogr* 69: 1-24
- McArdle BH, Anderson MJ (2001) Ajuste de modelos multivariados a datos comunitarios: un comentario sobre el análisis de redundancia basado en la distancia. *Ecología* 82: 290-297
- Rolls RJ, Deane DC, Johnson SE, Heino J, Anderson MJ, Ellingsen KE (2023) Homogeneización y diferenciación biótica como cambio direccional en la diversidad beta: síntesis de las relaciones conductor-respuesta para desarrollar modelos conceptuales en todos los ecosistemas. *Revistas Biológicas* 98: 1388-1423.