

Meta-comunidad: Conceptos y Aplicaciones a la Sustentabilidad (Meta-community: Concepts and Applications to Sustainability)

Soto, A.; M.H. Badii; A. Guillen; M.S. Acuña Zepeta & J.L. Abreu
UANL, San Nicolás, N.L., 66451, México

Resumen: Se analiza el concepto de meta-comunidad y los conceptos asociados. Se define los tres conceptos más básicos que caracterizan a la meta-comunidad: dispersión, heterogeneidad y escala. Derivado de estos tres conceptos y de las interrelaciones de los mismos con conceptos más generales de la ecología se abordan los patrones de dispersión y escala que tienen las meta-comunidades y los tipos de inferencias que nos permiten construir dichos modelos. El concepto de meta-comunidad surge en un intento por generar un concepto que le permita a la ecología medir, entender y predecir patrones de biodiversidad.

Palabras Clave: Bio-diversidad, dispersión, escala, heterogeneidad, Meta-comunidad

Abstract: Meta community and associated concepts are analyzed. Three most fundamental concepts that characterize meta-community namely: dispersion, heterogeneity and scale are defined. Based on these three notions and their interrelationships with the more general ecological concepts the patterns of dispersion and scale of the meta-communities and inferences thereof for model constructions are elaborated. Meta-community concept is derived from an attempt to generate a framework that permits measurement of dispersion, scale, heterogeneity and meta-community.

Key words: Bio-diversity, dispersion, heterogeneity, meta-community, scale.

Introducción

Hay un sin número de registros en el concepto de meta-comunidad a continuación se hace un listado de los que consideramos han sido los más importantes para la elaboración de éste trabajo. Sin embargo, es importante entender que la literatura utilizada se mueve en dos aspectos básicos la conceptual, es decir la que nos ayuda de alguna forma definir los conceptos más básicos de la estructura del trabajo.

Por otro lado, la literatura de soporte que son estudios que comprueban, ejemplifica o teoriza acerca de los conceptos descritos, en esta pongamos todos los estudios en forma de artículos encontrados en los que en muchas ocasiones se utiliza el resumen del artículo y conclusiones básicas.

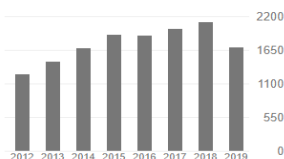
Haciendo un análisis sobre la relevancia de los autores en el estudio y definición de meta-comunidad y su teoría podemos destacar los siguientes autores. Para la selección de estos tres es importante mencionar que se tomaron en cuenta los siguientes criterios: Recomendación de expertos con investigación científica, sería y suficiente en ecología, cantidad de citas en artículos de investigación (google scholar), literatura conceptual en publicaciones de libros y por último innovación de la introducción del concepto como es conocido en la actualidad. Es muy importante destacar que muchos autores antes que ellos empezaron a abordar el concepto o incluso a delinearlos, pero fueron ellos los que comenzaron con el concepto como hoy lo conocemos.



Jonathan Chase

German Centre for Integrative Biodiversity Research ([iDiv](#))
 Dirección de correo verificada de idiv.de
[ecology](#)

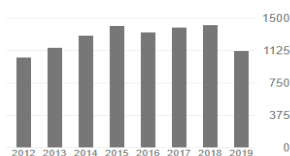
Citado por	VER TODO	
	Total	Desde 2014
Citas	19771	11277
Índice h	57	43
Índice i10	91	80



Mathew A Leibold

Professor of Biology, [University of Florida](#)
 Dirección de correo verificada de ufl.edu - [Página principal](#)
[Ecology](#) [Evolutionary Ecology](#)

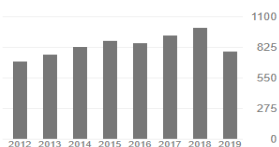
Citado por	VER TODO	
	Total	Desde 2014
Citas	16912	7983
Índice h	48	36
Índice i10	84	70



Marcel Holyoak

Professor of Ecology and Environmental Science and Policy, [University of California at Davis](#)
 Dirección de correo verificada de ucdavis.edu
[Ecology](#) [population ecology](#) [community ecology](#) [spatial ecology](#) [conservation biology](#)

Citado por	VER TODO	
	Total	Desde 2014
Citas	10370	5287
Índice h	37	23
Índice i10	76	52



Concepto de Meta-comunidad

El primer objetivo de la ecología es medir, entender y predecir los patrones de la biodiversidad, incluidos el número de organismos y su diversidad genética, fenotípica o funcional. Los patrones en la distribución y abundancia de las especies nos llevan siempre a un objetivo máximo en el estudio de la ecología que se traduce en la conservación de la biodiversidad. Para cumplir tanto el objetivo funcional como el trascendental es importante entender los patrones para comprender el papel que tiene la biodiversidad en el funcionamiento del ecosistema. (Holyoak & Leibold, 2005)

En el libro “Meta communities: Spatial Dynamics and Ecological Communities” publicado por The University of Chicago Press, podemos encontrar una tabla de conceptos y definiciones sobre el concepto de Meta-comunidad, que nos puede servir como introducción al termino y teoría de Meta-comunidad, el cual se presenta a continuación:

Escalas Ecológicas de organización

Población: Todos los individuos e una misma especie dentro de un parche de hábitat.

Meta población: Un grupo de poblaciones locales de una misma especie que están relacionadas por la dispersión (Hanski y Gilpin, 1997).

Comunidad: Los individuos de todas las especies que potencialmente interactúan en un único parche o área local de hábitat.

Meta-comunidad: Se define más adelante ampliamente, pero en resumen es un conjunto de comunidades relacionadas por dispersión y múltiples interacciones potenciales entre especies.

Descripciones de espacio

Parche: un área de hábitat en forma de variable discreta. En ocasiones son definidos también como micro-sitios o localidades (Levins 1969; Tilman 1994; Hanski and Simberloff, 1997; Amarasekare y Nisbet, 2001; Mouquet y Loreau, 2002).

Micro sitio: un sitio que es capaz de contener un único individuo, anidados en localidades.

Localidad: un área de un hábitat que tiene múltiples micro sitios capaces de contener una comunidad local.

Región: una gran área de hábitat conteniendo múltiples localidades y capaz de soportar a una meta-comunidad. Esto corresponde a la meso-escala (Holt, 1993).

Tipos de dinámica

Dinámica de espacio: se refiere a cambios en la distribución y abundancia de los individuos o especies.

Efecto de Masa: es un mecanismo para la dinámica de espacio en el que hay flujo neto de individuos creado por diferencias en los tamaños de las poblaciones (o densidad) en diferentes parches (Shmida y Wilson, 1985).

Efecto de Rescate: un mecanismo para la dinámica de espacio en el que se previene la extinción local de las especies por medio de la inmigración (Brown y Kodric-Brown, 1977).

Efecto de recursos hundido: un mecanismo de la dinámica espacial en el que se exacerbaban las poblaciones locales por la inmigración de comunidades hundidas debido a la migración de los individuos de una localidad en donde la inmigración resulta en poblaciones disminuidas.

Efecto de Almacenamiento: la pobre adición de especies (usualmente la del competidor más pobre) responde a la competencia en ambientes abundantes y pobres. Esta respuesta es reflejada en los niveles de la población a través de mecanismos de almacenamiento (buffer, almacenamiento de semillas, hibernación) que permiten a las especies almacenar recursos durante periodos de relativa escasez y re emerger en la población en otro tiempo (Shea et al., 2004, Hoopes et al., 2005).

No linealidad Relativa: un mecanismo de persistencia en el que la población tiene tasas de crecimiento en competencia responden a una distribución diferenciada y de no lineal relativo a la competencia (o disponibilidad de recursos). Por ejemplo, si uno responde linealmente al incremento en competencia mientras que otro responde con un comportamiento no lineal y se ve negativamente afectado por la competitividad alta (Shea et al., 2004).

Colonización: un mecanismo de dinámica de espacio en el que las poblaciones se establecen en sitios en los que previamente no estaban.

Extinción Estocástica: el movimiento de individuos de un sitio a otro. Un mecanismo en el que poblaciones locales establecidas se extinguen por razones que son independientes de la presencia de otras especies o de cualquier otro cambio determinístico en la calidad del parche.

Extinción Determinística: es un mecanismo establecido en poblaciones locales de especies compuestas en el que son extintas debido a interacción determinísticas entre especies o aspectos e calidad del parche.

Dinámica de Metacomunidad: las dinámicas que se dan en las metacomunidades. Lógicamente, estas consisten en dinámica de espacio, dinámica de comunidad, e interacción de espacio y comunidad.

Perspectivas de Metacomunidades

Estas no serán definidas solo mencionadas debido a que más adelante en éste escrito se explican las más importantes.

- Dinámica de Parche
- Clasificación de especies
- Efectos de Masa
- Neutral

Leibold & Chase, (2018) definen una meta-comunidad como sigue. En su forma más simple una meta-comunidad representa una región a gran escala que está conformada por muchas localidades de pequeña escala. Estas localidades están conectadas por la dispersión y pueden ser heterogéneas en cualquier número de variables abióticas y bióticas. El concepto de meta-comunidad incluye explícitamente más de una escala simultáneamente.

Así mismo establece que para que se pueda entender los patrones de una meta-comunidad hay que hacer una revisión profunda a la relación que existe en la escala, dispersión y heterogeneidad.

Para entender los patrones y procesos de coexistencia, composición y diversidad de las especies se deben considerar las interacciones entre escala, dispersión y heterogeneidad así mismo el contexto de los procesos a escala local.

Metacomunidad es un conjunto de comunidades locales que están relacionadas por dispersión con la interacción potencial de otras especies. (Leibold et al., 2004). En este mismo artículo los autores introducen un término de teoría de la metacomunidad que describe los procesos ocurridos en alguna escala de la metacomunidad y esta teoría sugiere formas en las que las interacciones entre las especies ocurren.

Hubbell, (2001) describió que “se define una meta-comunidad como la unidad biogeográfica sistemáticamente abierta y auto contenida evolutivamente dentro de la cual muchas especies se originan, persisten y se extinguen; o como el conjunto de especies simpátricas, tróficamente similares y que potencialmente compiten en un área local.” (Citado en Longo-Sanchez & Blanco, 2009, p.180)

En otras palabras una meta-comunidad es un conjunto de comunidades que coexisten en una escala mayor, en el que se ven afectadas por la interacción que existe entre cada comunidad a pequeña escala y es esta afectación la que determina los patrones de existencia y a su vez afecta los conceptos clave de comunidad, ecosistema, biodiversidad, nicho, “food web”, relación de tamaño de cuerpos, pirámide trófica (Leibold & Chase, 2018).

Para entender con mayor amplitud el tema de comunidad es importante entender una serie de conceptos que circulan alrededor del concepto de Metacomunidad tal como: condiciones heterogéneas ambientales, tasas de dispersión, escalas, heterogeneidad espacial. Siendo escala una de las más importantes, si no la que mayor trascendencia tiene.

Es precisamente en la escala en la cual la teoría de metacomunidad centra toda su atención postulando que al observar una determinada comunidad a una determinada escala esta puede tener una interacción y/o un efecto en una comunidad la cual está a una mayor y/o menor escala. Este concepto tal como lo menciona Leibold en su libro “Meta-community Ecology” es una novedad para la ecología desde los diversos ángulos anteriormente planteados como: múltiples poblaciones interactúan entre ellas afectando la tasa de nacimientos y mortalidad en un particular tiempo y espacio (Leibold & Chase, 2018).

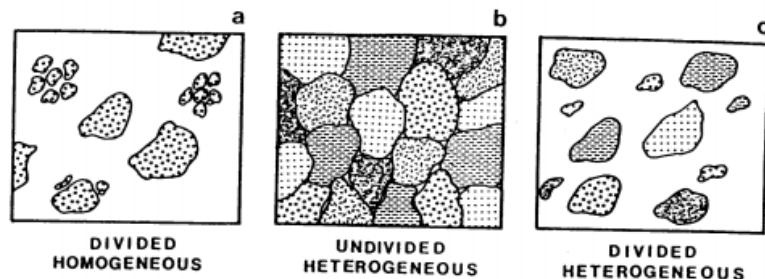
Metacomunidad y Patrones de Distribución

Según (Addicott et al., 1987), “Patrón ambiental” se refiere a una distribución no uniforme espacio-temporal de recursos y condiciones abióticas que influyen a las especies directamente o sus interacciones. Este patrón es expansivo en la naturaleza y se cree que afecta muchos procesos ecológicos y fenómenos, incluidos la dinámica de poblaciones, ciclos de vida, dispersión, comportamiento en procesos de alimentación, patrones de selección natural, coexistencia de las especies, depredación y diversidad de las especies.

Hay dos tipos de patrones que se pueden observar: división y heterogeneidad. Respecto a la división se refiere al espacio que hay entre los parches o comunidades, este espacio es un medio de condiciones adversas, donde sustentabilidad está definido en términos de la adecuación que un organismo tiene dentro de una comunidad. (Addicott et al., 1987)

La heterogeneidad se refiere a la existencia de dos o más tipos diferentes de parches que pueden diferir en la adecuación de un organismo dentro de la comunidad y estos pueden ser divididos y homogéneos, heterogéneos pero no divididos o divididos y heterogéneos. (Addicott et al., 1987)

Fig. 1. Examples of combinations of divided and heterogeneous environments. Different patch types are denoted by different patterns of shading. Notice the variation in patch size, and the existence of patches of patches.



Addicott, J., et al (1987). *Ecological neighborhoods: scaling environmental patterns* [Figura]. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/1a74/5fa78a5109831c854e8c1ad09109c4811b90.pdf>

“A simple description of patch structure of either an organism or its environment would not indicate which spatial scale is appropriate for the study of a given process for a given organism (Connor et al., 1983), ...a simple description of environmental or population patch structures provides no biologically meaningful way of comparing patches among different organisms. Comparisons must be based on the responses of organisms. (Southwood, 1977).” Citado en Addicott, J., et al., 1987, p. 341).

Esta cita concuerda ampliamente con lo que comenta Leibold en su libro “Metacomunity Ecology” en el que define que la escala y distribución es lo que nos lleva a entender mejor los conceptos clave que ecología define para comunidad.

Igualmente tanto Addicott, como Leibold (Addicott et al., 1987; Leibold et al., 2004) plantean como fundamental en el estudio de la ecología la escala y la interacción entre la relación de las comunidades de diversas escalas con su dispersión.

Dispersion

En su libro *Meta-community Ecology*, Leibold habla sobre una cantidad de predicciones que se pueden hacer respecto a la influencia de la dispersión y heterogeneidad en una metacomunidad. Además menciona que el concepto de dispersión está íntimamente ligado a la escala.

En la misma forma en diversos estudios utilizando la teoría de la metacomunidad se menciona que la dispersión es uno de los procesos más importantes de la biogeografía, biología evolutiva y ecología. Del mismo modo menciona que la dispersión tiene un efecto en la distribución de los individuos y su espacio (conexiones espaciales), que tiene como resultado cambios potenciales en su genética y su capacidad de adaptación local. (Dong et al., 2016)

Igualmente, en un estudio presentado en la “International society for microbial ecology” en el que se hace una investigación de los efectos de la conectividad y heterogeneidad en la estructura de las metacomunidades de microbiales, presenta un análisis muy interesante del efecto que tiene la heterogeneidad del parche en algo que llama *betadiversidad*, en el que se puntualiza que el grado de impacto que tiene la heterogeneidad del parche depende de la dispersión que hay entre las comunidades definidas en el análisis de metacomunidad. Se analizan tres grados: muy baja tasa de dispersión, muy alta dispersión y un nivel medio. (Declerck, Winter, Shurin, Suttle, & Mathews, 2013)

Esta clasificación anterior va muy de la mano con la clasificación que Leibold hace respecto a la influencia que tienen las tasas de dispersión en los patrones de las comunidades:

- Limitación
- Suficiencia
- *Surplus*

Para entender los tres tipos de dispersión hay que imaginarse la figura de las comunidades y entender que una metacomunidad esta intimamente ligada con la interacción espacial que existe entre muchas comunidades locales.

En el desarrollo de la dispersión con una *fuerza de limitación*, podemos encontrar que si las tasas de dispersión de algunas de las especies en la metacomunidad son muy pequeñas nos lleva a que esas especies no pueden estar presentes al no encontrar un nicho apropiado o suficiente para su subsistencia. En las teorías de metacomunidades como isla biogeografica (Macarthur and Wilson 1967), teoria neutral (Hubbell, 2001) y competencia y colonización como base de existencia (Hastings 1980, Tilman 1994, Chave et al., 2002), citados en (Leibold & Chase, Meta-community Ecology, 2018) la premisa es siempre la dispersión. Asi mismo en diversos estudios y experimentos encontrados como el de las metacomunidades microorganicas (Declerck et al., 2013) o el de los roedores miocenicos y sus diferentes respuestas a un cambio climatico (Blanco et al., 2018) muestran que el proceso de dispersion es siempre un proceso de limitacion en todas las comunidades (Cadotte, 2006; Myers and Harms, 2009; Condit et al., 2012) citados en (Leibold & Chase, Meta-community Ecology, 2018). Adicionalmente la dispersión tiene una influencia limitativa en los patrones de diversidad y puede modificar la naturaleza y fuerza de las interacciones de las especies en una comunidad local. La dispersión en las metacomunidades es lo que permite la coexistencia de organismos relacionados por la competencia o la depredación. Tal como se menciona en la descripción de la influencia de la heterogeneidad del parche la limitante principal de dicha influencia es la dispersión. (Declerck et al., 2013).

Por otro lado la dispersión también puede tener una *influencia de suficiencia*, las tasas de dispersión son intermedias lo que permite que muchas especies esten presentes en muchos de los habitats y los encuentren naturalmente apropiados. En este caso los modelos de especies de la metacomunidad seleccionan qué especies son acomodadas en qué habitat de acuerdo a sus preferencias y tolerancias a los factores bioticos y abioticos y es eso lo que nos da un patron de coexistencia y distribución (Leibold & Chase, Meta-community Ecology, 2018). Cuando las especies y organismos encuentran un ambiente favorables en su habitat, en la metacomunidad algunas de las coexistencias locales son eliminadas con algunas de las interrelaciones naturales entre los organismos (como por ejemplo la depredación, competencia, parasitismo, etc.).

En el último caso de la clasificación de la dispersión está la influencia surplus, en el que algunas de las especies de la metacomunidad tienen una tasa de dispersion alta, algunas de las especies locales pueden persistir localmente a pesar de que el factor local demografico no es el más apropiado. Y su efecto está delimitado por la relación que pueden tener las especie con respecto a otras, por ejemplo, en el caso de que la relación sea de competencia pueden subsistir ambos o en el caso de que sea de depredación las especies dejan de existir por esta dispersión extendida.

Heterogeneidad

En esta sección retomamos el tema de heterogeneidad que se definió apenas en una medida en párrafos anteriores y procedemos con la clasificación que dan Leibold y Chase en su libro (Leibold y Chase, 2018).

Heterogeneidad Extrínseca

La heterogeneidad extrínseca proviene de exterior o ajena, quiere decir que es sometida a la metacomunidad por factores que esta fuera de la interacción de las especies. Esto se traduce a las variaciones ambientales. Este tipo de heterogeneidad sirve para segregar las distinciones y divisiones entre habitat, exosistema y bioma, y se sabe que este tipo de heterogeneidad puede tener mucha influencia sobre la diversidad y las variaciones en la composición de las especies. (Leibold & Chase, Meta-community Ecology, 2018)

Heterogeneidad Intrínseca

Este tipo de heterogeneidad es generada por los procesos de las especies en la metacomunidad y puede ser por diferencias en la composición de las especies en diferentes localidades. El caso más conocido es en el que una especie con una función de depredación reduce la abundancia de la especie que funje como presa, esto permite la coexistencia de muchas especies a través de los diferentes parches de la metacomunidad. Además, esta situación permite que muchas especies coexistan a diversas escalas gracias a este tipo de heterogeneidad (Hauffaker, 1958; Connell, 1971; citados en Leibold & Chase, Meta-community Ecology, 2018)

En este concepto surge un concepto muy importante llamado constructores de nicho o ingenieros de exosistemas en los que se da que cuando hay una relación heterogeneidad intrínseca se da una relación de frecuencia dependiente positiva y alteran los recursos locales que permiten la coexistencia de muchos otros organismos (por ejemplos los castores que alteran las condiciones de los recursos con las represas permitiendo la coexistencia de otros organismos en muchas escalas y parches de la comunidad).

Modelo determinístico de MacArthur y Wilson, 1967

MacArthur desarrollo una serie de teorías en las que en una competencia por recursos limitados las especies tienen una coexistencia equilibrada en la habilidad. Las especies y sus rasgos determinan si puede coexistir localmente, regionalmente de acuerdo a una combinación de respuestas determinísticas en las variaciones ambientales e interacciones entre especies.

Modelo Estocástico de MacArthur. Introducción a la Teoría Neutral

MacArthur & Wilson, 1967, desarrollaron el concepto de las Islas Biogeográficas que después dio paso a la teoría neutral. En esta se eliminaron los rasgos y sus interacciones

entre las especies y se enfocaron en la dispersión y la estocasticidad de la colonización y extinción.

En la teoría neutral los patrones de la diversidad de las especies, la abundancia y composición son una función primaria del tamaño de la metacomunidad, la tasa de dispersión de los organismos en la metacomunidad y la tasa de generación de nuevas especies. (Bell, 2001; Hubbell, 2001; Chave, 2004; citados en Chase, 2005)

La Teoría de las Metacomunidades

La teoría de las metacomunidades está definida por cuatro grandes marcos que representan a las metacomunidades

Dinámica del Parche (PD): se enfoca en los procesos de colonización y extinción que nos llevan a la dinámica en equilibrio y que funciona como mediador en la coexistencia de las especies en la metacomunidad. El proceso clave en este arquetipo cuando se utiliza como modelo es el uso diferencial del espacio por los organismos que tienen diferentes tasas de dispersión en una metacomunidad.

La clasificación de especies (SS): se enfoca en cómo afecta de parche en parche las diferencias locales en el medio ambiente y permiten que un número de diversas especies coexistan en la metacomunidad por medio del proceso de montaje en respecto a los gradientes medioambientales

La teoría Neutral (NT): demografía estocástica y dispersión entre parches pueden influenciar la biodiversidad local y en la metacomunidad mientras que se asume que las diferencias en el nicho entre especies componentes es despreciable.

El efecto de la masa (ME): si la diversidad en una metacomunidad es alta tiene efectos desadaptativos en los intercambios de los individuos a través de los parches con diferentes condiciones a las de la local, generando relaciones dentro de las poblaciones locales.

Procesos en las Metacomunidades

En cada uno de los cuatro arquetipos en la estructura de metacomunidad hay dos tipos que actúan de forma local: utilización de recursos y demografía estocástica. Así mismo hay dos tipos de procesos que actúan con escala regional: heterogeneidad ambiental y tasa de dispersión.

En el estudio de los procesos de metacomunidades hecho por Leibold en su libro (Leibold & Chase, *Meta-community Ecology*, 2018) se analizan de manera enfática cómo las modificaciones en un proceso de escala regional puede afectar un proceso de escala local y viceversa.

A continuación se presentan cómo se interrelacionan los arquetipos de las metacomunidades con los procesos de las metacomunidades, según Leibold:

Proceso	NT	PD	SS	ME
Utilización de Recursos y respuesta	Especies idénticas Interacciones idénticas Recursos idénticos	Difieren en la utilización de los recursos de forma local. Difieren en sus interacciones interespecíficas		
Demografía estocástica y tendencia	Tasa de natalidad y mortalidad son estocásticas.	Extinciones a nivel poblacional pueden ser estocásticas	Tasa de natalidad y mortalidad son funciones de las condiciones medioambientales locales y son determinísticas.	
Heterogeneidad Ambiental (en espacio y tiempo)	Asume que todas las especies responden como si el ambiente fuera homogéneo.	Ambiente homogéneo, pero los modelos más complejos permiten la heterogeneidad espacial en respuesta al ambiente.	Asume que las especies responden ampliamente a los hábitats heterogéneos y que su crecimiento y habilidades competitivas se ven influenciados por estas heterogeneidades.	
Dispersión	Influencia limitante	Influencia limitante Colonización	Influencia de dispersión suficiente. (+) Crecimiento poblacional	Surplus.

Patrones de Distribución en las Metacomunidades

En su libro (Leibold & Chase, *Meta-community Ecology*, 2018) explican que para entender los modelos de metacomunidades se tienen que estudiar los comportamientos en los patrones de distribución que sirven para explorar y entender los principios y predicciones de las teorías de metacomunidad.

Patrones de SAD y métricas relacionadas con la diversidad

En este tipo de modelos los dos arquetipos más utilizados son el SS y el NT. El arquetipo SS de metacomunidad es el que ha sido el mayormente utilizado para describir cómo las comunidades están estructuradas. Pero en un estudio más reciente se ha encontrado que utilizar el arquetipo NT se puede emplear para medir qué tan rara o común es la aparición de una especie. En general, muchos patrones de distribución pueden no ser particularmente útiles en la discriminación de diferentes hipótesis.

Modelos Nulos o de Co-ocurrencia en metacomunidades

Esta distribución se usa como un diagnóstico para entender los procesos que recaen en la estructura de una metacomunidad y se enfoca en la distribución de las especies diseminadas en un espacio determinado. Igual que el modelo anterior múltiples procesos pueden generar patrones de comportamiento similares.

Elementos de la estructura de la metacomunidad (EMS)

Gradientes Clementianos, los grupos de especies vienen y van a lo largo de los gradientes ecológicos como unidades cohesivas.

Gradientes Gleasonianos, los grupos de especies vienen y van de manera independiente a través de los gradientes.

Distribución de tablero, en el que pares de especies son menos propensas a encontrarse juntas, igualmente, que se espera exclusión competitiva y diferentes hábitats de preferencia.

Gradientes igualmente separados, en los que los rangos de especies están más uniformemente separados de los que se puede esperar.

Secuencias de nido, especies en comunidades más diversas son una sub secuencia de comunidades menos diversas.

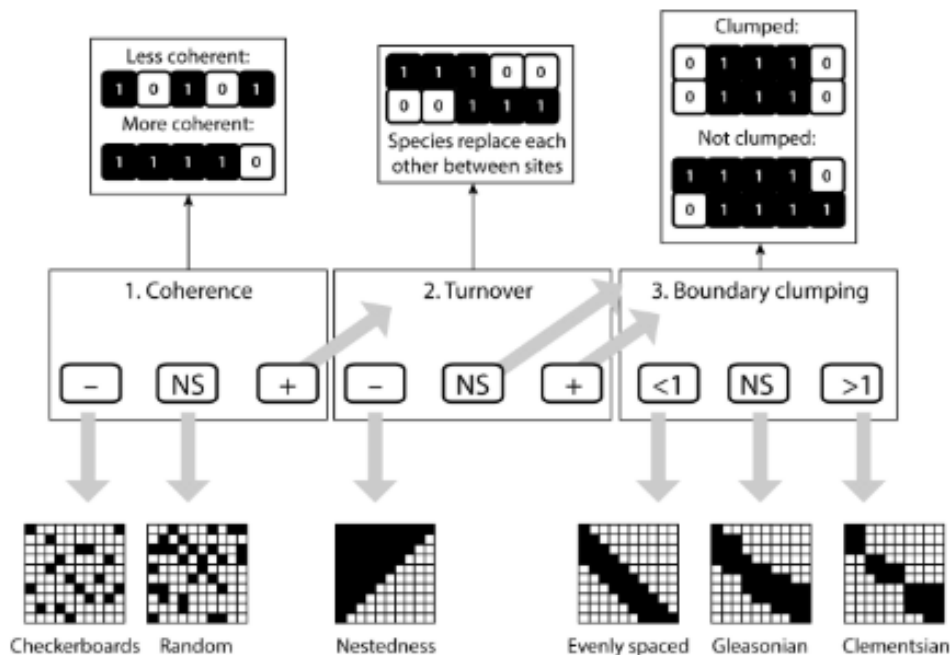
Los tres elementos de la metacomunidad son calculados

Coherencia, se refiere al grado en el que las especies en una metacomunidad responden al mismo gradiente (que puede ser espacial o ambiental). Puede ser analizada utilizando un análisis específico de correlación, que maximiza el posicionamiento de los sitios en los ejes relativos al grado en el que las comunidades comparten especies y rangos.

En la figura obtenida del libro de Leibold, el número de ausencias de especies en ese eje indica el grado de coherencia. Este es comparado con una distribución nula para determinar si la coherencia es insignificante, positiva o negativa. Si una comunidad es insignificamente coherente se infiere que tiene una distribución de tablero. Sin embargo, si es positivamente coherente, necesitamos examinar los otros dos elementos, rotación y fronteras.

Rotación, se refiere a los cambios en la composición de las especies a través de diferentes sitios y está medido en el número de veces que una especie es reemplazada por otra en dos sitios. Igual que la coherencia, se compara con una distribución nula para ver si su expectativa es significativamente baja, tiene una estructura de nido. Si no es diferente o mayor de lo esperado por oportunidad se tienen que examinar las fronteras.

Agrupación de fronteras, se refiere al grado de distinción en los grupos de distribución de especies. Se mide con el índice Morisita; valores no diferentes de la esperanza nula sugieren que los límites de la comunidad están aleatoriamente distribuidos de forma dada por los gradientes Gleasonianos. Si es mucho mayor que el 1, la distribución es dada por gradientes Clementianos.



Nota: Recuperado de (Leibold & Chase, Meta-community Ecology, 2018, p. 100)

En este mapa conceptual el diagram representa cómo los tres elementos de la estructura en la metacomunidad son calculados y pueden llevar a distintos patrones de distribución de las metacomunidades.

Conclusion

El concepto de metacomunidad es fundamental para entender la ecología moderna y el impacto que pudieran tener los factores bióticos y abióticos en una determinada comunidad. Es un exhaustivo intento de muchos autores por definir desde un acercamiento más específico, sin dejar de lado la generalidad de un modelo en el que se puede predecir de forma acertada el comportamiento de las especies en una metacomunidad. Aunque el concepto no es nuevo, sí es nuevo la forma en la que se define y las características de esta definición.

Lo anteriormente mencionado nos llevan a pensar que si bien, uno de los propósitos de la ecología es predecir el comportamiento y patrones de la diversidad, es también muy importante y juega un papel trascendente la definición de las relaciones e impactos que pueden tener en la diversidad el relacionamiento de las especies con el espacio, dispersión y parches. Este concepto como tal ayuda a que definamos la ecología, biodiversidad como un universo que aparentemente hay lugares en los que no tiene conexión pero que está íntimamente interrelacionado de muchas maneras. El interrelacionamiento de las poblaciones, comunidades, localidades, especies, individuos con su entorno en cualquier nivel el espacio tiene y siempre tendrá un efecto. Si a esto agregamos el factor antropológico la definición del concepto y la teoría de las metacomunidades se vuelve de suma importancia para la ecología aplicada.

Referencias

- Addicott, J. F., Aho, J. M., Antolin, M. F., Padilla, D. k., Richardson, J. S., & Soluk, D. A. (1987). Ecological neighborhoods: scaling environmental patterns. *OIKOS*, 49, 340-346.
- Amarasekare, P., & Nisbet, R. M. (2001). Spatial heterogeneity, source-sink dynamics, and the local coexistence of competing species. *American Naturalist*, 158: 572-584.
- Blanco, F., Gómez Cano, A. R., Cantalapiedra, J. L., Domingo, S. M., Domingo, L., Menéndez, I., . . . Hernández, M. (2018). Differential responses of Miocene rodent meta-communities to global climatic changes were mediated by environmental context. *Scientific Reports*, 8:2502. doi:10.1038/s41598-018-20900-5
- Brown, J. H., & Kodric-Brown, A. (1977). Turnover rates in insular biogeography: Effect of immigration on extinction. *Ecology*, 58:445-449.
- Cadotte, M. W., Fortner, A. M., & Fukami, T. (2006). The effects of resource enrichment, dispersal, and predation on local and meta-community structure. *Oecologia*, 149: 150-157.
- Chase, J. M. (2005). Towards a really unified theory for meta-communities. *Functional Ecology*, 19, 182-186.
- Chave, J. (2004). Neutral theory and community ecology. *Ecology Letters*, 241-253.
- Condit, C. R. (2012). The variation of tree beta diversity across a global network of forest plots. *Global Ecology and Biogeography* , 21: 1191-1202.
- Declerck, S. A., Winter, C., Shurin, J., Suttle, C., & Mathews, B. (2013). Effects of patch connectivity and heterogeneity on meta-community structure of planktonic bacteria and viruses. *The ISME Journal*, 533–542. doi:1751-7362/13
- Dong, X., Li, B., He, F., Gu, Y., Sun, M., Zhang, H., . . . Cai, Q. (2016). Flow directionality, mountain barriers and functional traits determine diatom meta-community structuring of high mountain streams. *Scientific Reports*, 1-10. doi:10.1038/srep24711
- Fodelianakis, S., Lorz, A., Valenzuela-Cuevas, A., Barozzi, A., Booth, J. M., & Daffonchio, D. (2019). Dispersal homogenizes communities via immigration even at low rates in a simplified synthetic bacterial meta-community. *Nature Communications*, 10:1314. doi:https://doi.org/10.1038/s41467-019-09306-7
- Hanski, I., & Gilpin, M. E. (1997). *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. San Diego: Elsevier Inc. .
- Hanski, I., & Simberloff, D. (1997). *The metapopulation approach, its history, conceptual domain and application to conservation*. San Siego: 5-26.
- Hastings, A. (1980). Disturbance, coexistence, history and competition for space. *Theoretical Population Biology*, 18: 363-373.
- Heino, J., Melo, A., Siqueira, T., Soininen, J., Valanko, S., & Bini, L. M. (2015). Meta-community organisation, spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. *Freshwater Biology*, 60, 845–869. doi:10.1111/fwb.12533
- Holt, R. D. (1993). Ecology at the mesoescale: The influence of regional processes on local communities. In R. E. Ricklefs, & D. Schluter, *Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives* (pp. 77-88). Chicago: University of Chicago Press.

- Holyoak, M., & Leibold, M. (2005). *Meta-communities: Spatial Dynamics and Ecological Communities*. Chicago: The University of Chicago.
- Hubbell, S. P. (2001). *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. New Jersey: Princeton University Press.
- Leibold, M. A., & Chase, J. M. (2018). *Meta-community Ecology, Monographs in Population Biology* (Vol. 59). (S. A. Levin, & H. S. Horn, Eds.) Woodstock, Oxfordshire, United Kingdom: Princeton University Press. Retrieved August 27, 2019
- Leibold, M. A., & Geddes, P. (2005, December). El concepto de nicho en las metacomunidades. *Ecología Austral*, 15, 117-129. Retrieved September 9, 2019, from https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral_v015_n02_p117.pdf
- Leibold, M. A., Holyoak, M., Mouquet, N., Amarasekare, P., Chase, J. M., Hoopes, M. F., . . . Gonzalez, A. (2004). The meta-community concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*, 7, 601-613. doi:doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00608.x
- Levins, R. (1969). Some Demographic and Genetic Consequences of Environmental Heterogeneity for Biological Control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 237–240.
- Livingston, G., Matias, M., Calcagno, V., Barbera, C., Combe, M., Leibold, M. A., & Mouquet, N. (2012). Competition–colonization dynamics in experimental bacterial meta-communities. *Nature Communications*, 3:1234. doi:10.1038/ncomms2239
- Longo-Sanchez, M. C., & Blanco, J. F. (2009). Sobre los filtros que determinan la distribución y la abundancia de los macroinvertebrados diádromos y no-diádromos en cada nivel jerárquico del paisaje fluvial en islas. *Actual Biol*, 179-195.
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1967). *The theory of island biogeography*. New Jersey: Princeton University Press.
- Malinauskaitė, J., Jouhara, H., Ahmad, L., Milani, M., Montorsi, L., & Venturelli, M. (2018). Energy efficiency in industry: EU and national policies in Italy and the. *Elsevier*, 15.
- Mougi, A., & Kondoh, M. (2016). Food-web complexity, meta-community complexity and community stability. *Scientific Reports*, 6:24478. doi:10.1038/srep24478
- Mouquet, N., & Loreau, M. (2002). Coexistence in meta-communities: The regional similarity hypothesis. *American Naturalist*, 159: 420-426.
- Myers, J. A., & Harms, K. E. (2009). Seed arrival, ecological filters, and plant species richness: A meta-analysis. *Ecology Letters*, 12: 1250-1260.
- Shea, K., Roxburgh, S. H., & Rauschert, E. S. (2004). Moving from pattern to process: Coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. *Ecology Letters*, 7: 491- 508.
- Shmida, A., & Wilson, V. (1985). Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography*, 12:1-20.
- Tilman, D. (1994). Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology*, 75: 2- 16.